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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1891. 90e année. 4e série, tome 6

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 19e siècle
Description : 744 p. : ill., pl. 58-63 ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1891
Cote de l'exemplaire : BSPI.90

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.90

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

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

PDF créé le 6/11/2009

S. E. I. N.
Bibliothèque

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

B591-90

PUBLIÉ

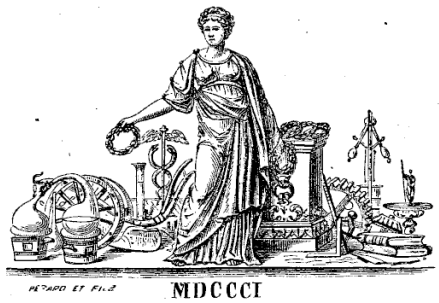
SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. COLLIGNON & AIMÉ GIRARD

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME VI. — 1891

Pour faire partie de la Société, il faut être présenté par un membre et être nommé par le Conseil d'administration

(*Extrait du Règlement.*)



MDCCCI

PARIS.

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, RUE DE RENNES, 44

—

1891

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au *Bulletin*
tous les jours, de 1 à 4 heures.

RÉDACTION DU BULLETIN

Renseignements tous les jours, de 1 à 4 heures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. JANVIER 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES, DES MEMBRES HONORAIRES ET DES MEMBRES CORRESPONDANTS ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS DU 26 DÉCEMBRE 1890 POUR L'ANNÉE 1891

BUREAU.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (O. ✲), membre de l'Institut, directeur de l'Ecole supérieure des mines, boulevard Saint-Michel, 60.

Vice-présidents.

1862. — DE LUYNES (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue de Vaugirard, 61.

1866. — TISSERAND (G. O. ✲), conseiller d'État, directeur au Ministère de l'agriculture, rue du Cirque, 17.

1872. — TROOST (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.

1876. — SEBERT (Général) (C. ✲), administrateur de la Société des Forges et chantiers de la Méditerranée, rue de la Cerisaie, 13.

Secrétaires.

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

1876. — GIRARD (Aimé) (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'Institut agronomique, boulevard Henri IV, 44.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Trésorier.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✲), rue des Mathurins, 30.

Censeurs.

1864. — LEGRAND (Al.), vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, rue Bel-Respiro, 11.
1884. — BORDET, inspecteur des finances, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Saint-Germain, 181.

Membres honoraires du bureau.

1846. — BECQUEREL (Ed.) (C. ✲), membre de l'Institut, professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle et professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57. *Président honoraire.*
1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (✲), ancien préfet, rue de Passy, 78. *Vice-président honoraire.*

Commission des fonds.

1864. — LEGRAND (Al.), vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, rue Bel-Respiro, 11.
1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✲), rue des Mathurins, 30.
1873. — MENGIN-LECREULX (G. O. ✲), général de division, rue de Vaugirard, 58.
1876. — BISCHOFFSHEIM (✲), membre de l'Institut, rue Taitbout, 3.
1884. — LUTSCHER, ancien banquier, place Malesherbes, 22.
1884. — BORDET, inspecteur des finances, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Saint-Germain, 181.
1887. — PEREIRE (Henry), ingénieur des arts et manufactures, boulevard de Courcelles, 33.
1888. — FOURET, examinateur d'admission à l'École polytechnique, rue Washington, 16.
N...
N...

Comité des arts mécaniques.

1867. — LECŒUVRE (P.) (✲), ingénieur, ancien professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Voltaire, 62.
1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (O. ✲), membre de l'Institut, directeur de l'École supérieure des mines, boulevard Saint-Michel, 60.
1876. — PIERRE (A.-C.-P.) (C. ✲), colonel d'artillerie en retraite, rue de Varennes, 14.
1876. — COLLIGNON (Ed.) (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, inspecteur de l'École des ponts et chaussées, rue des Saints-Pères, 28.
1877. — GOULIER (C.-M.) (C. ✲), colonel du génie en retraite, rue d'Estrées, 6.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1877. — Boutillier (✲), inspecteur général des ponts et chaussées, professeur à l'École des ponts et chaussées et à l'École centrale des arts et manufactures, rue de Madrid, 24.

1878. — De Comberousse (Ch.) (O. ✲), ingénieur, professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'École centrale des arts et manufactures, rue Saint-Lazare, 94.

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

1881. — Simon (Ed.), ingénieur, boulevard Montparnasse, 89.

1884. — Lévy (Maurice) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur au Collège de France et à l'École centrale, boulevard Saint-Germain, 258.

1884. — Brüll, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Malesherbes, 117.

1885. — Tresca (Alfred) (✲), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, professeur à l'Institut national agronomique, rue Turbigo, 57.

1886. — Hirsch (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Castiglione, 1.

1889. — Lemonnier (✲), ingénieur-constructeur, rue de Saint-Pétersbourg, 45.

1890. — Bienaymé (O. ✲), directeur des constructions navales, rue de Rennes, 74.

N...

Comité des arts chimiques.

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

1872. — Troost (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.

1876. — Schutzenberger (P.) (O. ✲), professeur au Collège de France, membre de l'Académie de médecine, rue Claude-Bernard, 53.

1876. — Girard (Aimé) (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'Institut national agronomique, boulevard Henri IV, 44.

1877. — Bérard (E.-P.) (✲), secrétaire du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2.

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

1880. — Jungfleisch (✲), professeur à l'École de pharmacie, membre de l'Académie de médecine, rue des Écoles, 38.

1883. — Carnot (Adolphe) (✲), ingénieur en chef des mines, inspecteur de l'École supérieure des mines, boulevard Saint-Michel, 60.

1884. — Cailletet (O. ✲), membre de l'Institut, boulevard Saint-Michel, 75.

1885. — Le Chatelier (Henri) (✲), ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, rue Notre-Dame-des-Champs, 73.

1885. — Biver (Hector) (✲), administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, rue Meissonnier, 8.

1885. — Poirrier (✲), sénateur, ancien président de la Chambre de commerce, rue Lafayette, 105.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1887. — ROUSSIN (Z.) (✲), ancien professeur à l'École du Val-de-Grâce, boulevard de la Tour-Maubourg, 48.
1887. — VÉE (Amédée) (✲), ancien président du syndicat des produits chimiques, rue Vieille-du-Temple, 24.
1889. — VIEILLE (✲), ingénieur des poudres et salpêtres, quai Bourbon, 19.
1890. — JORDAN (S.) (O. ✲), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue Viète, 5.

Comité des arts économiques.

1846. — BECQUEREL (E.) (C. ✲), membre de l'Institut, professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle et professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1861. — LE ROUX (F.-P.) (✲), professeur à l'École de pharmacie, boulevard Montparnasse, 120.
1862. — PELIGOT (Henri) (✲), ingénieur, rue Saint-Lazare, 43.
1866. — BOUILHET (Henri) (O. ✲), ingénieur-manufacturier, rue de Bondy, 56.
1876. — PARIS (F.-E.) (G. C. ✲), vice-amiral, membre de l'Institut et du bureau des longitudes, au Louvre (musée de la marine), et rue Jacob, 22.
1876. — ROUSSELLE (H.) (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, rue Saint-Guillaume, 21.
1876. — FERNET (E.) (O. ✲), inspecteur général de l'Instruction publique, rue de Médicis, 9.
1876. — SEBERT (Général H.) (O. ✲), administrateur des forges et chantiers de la Méditerranée, rue de la Cerisaie, 13.
1883. — BARDY (✲), directeur du laboratoire central des contributions indirectes, rue du Général-Foy, 26.
1883. — MASCART (C. ✲), membre de l'Institut, professeur au Collège de France, directeur du bureau central météorologique, rue de l'Université, 176.
1883. — LAUSSEDAT (C. ✲), colonel du génie, directeur du Conservatoire des arts et métiers, rue Saint-Martin, 292.
1885. — PRUNIER (L.), professeur à l'École supérieure de pharmacie, membre de l'Académie de médecine, boulevard de Port-Royal, 119.
1886. — BECQUEREL (Henri) (✲), membre de l'Institut, ingénieur des ponts et chaussées, professeur suppléant au Conservatoire des arts et métiers, rue Cuvier, 57.
1887. — CARPENTIER (✲), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, rue du Luxembourg, 34.
1888. — RAYMOND (O. ✲), directeur de l'École supérieure de télégraphie, boulevard de Courcelles, 87.
1888. — MAYER (O. ✲), ingénieur en chef conseil de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, rue Moncey, 9.

Comité d'agriculture.

1864. — CHATIN (O. ✲), membre de l'Institut, rue de Rennes, 149.
1866. — TISSERAND (Eug.) (G. O. ✲), conseiller d'État, directeur au ministère de l'agriculture, rue du Cirque, 17.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1866. — HEUZÉ (G.) (O. ✲), inspecteur général honoraire de l'agriculture, rue Berthier, 27, à Versailles (Seine-et-Oise).
1869. — HARDY (A.) (O. ✲), directeur de l'École nationale d'horticulture, rue du Potager, 4, à Versailles (Seine-et-Oise).
1876. — PASTEUR (L.) (G. C. ✲), membre de l'Institut, rue Dutot, 25.
1879. — RISLER (C. ✲), directeur de l'Institut agronomique, rue de Rennes, 106 *bis*.
1879. — SCHLŒSING (O. ✲), membre de l'Institut, directeur de l'École d'application des manufactures de l'État, quai d'Orsay, 67.
1880. — RONNA (C. ✲), ingénieur civil, membre du Conseil supérieur de l'agriculture, avenue de l'Opéra, 19, et Schillinggasse, 5, à Vienne (Autriche).
1881. — LAVALARD (Ed.) (O. ✲), membre du Conseil supérieur de l'agriculture, maître de conférences à l'Institut national agronomique, rue Gounod, 8.
1882. — MUNTZ (Achille) (O. ✲), professeur à l'Institut national agronomique, rue de Condé, 14.
1882. — PRILLIEUX (E.) (O. ✲), inspecteur général de l'enseignement agricole, professeur à l'Institut national agronomique, rue Cambacérès, 14.
1884. — MURET (✲), membre de la Société nationale d'agriculture de France, place du Théâtre-Français, 4.
1885. — THENARD (Baron Arnould) (✲), chimiste-agriculteur, place Saint-Sulpice, 6.
1888. — LIÉBAUT (✲), président de la Chambre syndicale des ingénieurs constructeurs-mécaniciens, rue Galilée, 59.
1889. — DEMONTZEY (O. ✲), inspecteur général des Eaux et Forêts, rue Baudin, 24.
1889. — KRANTZ (✲), maître des requêtes au Conseil d'État, rue de Turin, 24.

Comité des constructions et des beaux-arts.

1876. — BUNEL (H.) (✲), ingénieur, architecte en chef de la Préfecture de police, rue du Rocher, 67.
1876. — DAVANNE (O. ✲), président du comité d'administration de la Société française de photographie, rue Neuve-des-Petits-Champs, 82.
1876. — DUFRESNE DE SAINT-LÉON (comte) (O. ✲), inspecteur général de l'Université, rue Pierre-Charron, 61.
1876. — GUILLAUME (Eug.) (C. ✲), membre de l'Institut, directeur de l'Académie de France à Rome.
1876. — POPELIN (Claudius) (✲), artiste peintre, rue de Téhéran, 7.
1876. — DE SALVERTE (Comte Georges) (✲), maître des requêtes au Conseil d'État, avenue Marceau, 54.
1876. — HUET (E.) (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, sous-directeur des travaux de Paris, boulevard Raspail, 12.
1879. — VOISIN-BEY (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Scribe, 3.
1879. — ROSSIGNEUX (Ch.) (✲), architecte, quai d'Anjou, 23.
1884. — SCHLEMMER (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, boulevard Saint-Germain, 70.
1885. — ARMAND-DUMARESQ (O. ✲), artiste peintre, rue d'Offemont, 3.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1885. — De Romilly (Félix) (✲), ancien président de la Société française de physique, rue Bergère, 22.
1885. — Appert (Léon) (O. ✲), ingénieur-verrier, rue Boursault, 1.
1887. — Plon (✲), imprimeur-éditeur, rue Garancière, 8.
1889. — Lavastre (O. ✲), peintre en décors de l'Opéra, rue des Trois-Frères, 2.
N...

Comité du commerce.

1856. — Block (Maurice) (✲), membre de l'Institut, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil.
1858. — Rondot (Natalis) (C. ✲), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, château de Chamblon, près d'Yverdon (Suisse).
1864. — Lavollée (Ch.) (✲), ancien préfet, rue de Passy, 78.
1866. — Say (Léon), député, membre de l'Institut, rue Fresnel, 21.
1869. — Christofle (Paul) (O. ✲), manufacturier, rue de Bondy, 56.
1869. — Roy (Gustave) (C. ✲), ancien président de la Chambre de commerce de la Seine, membre du Comité consultatif des arts et manufactures, avenue Hoche, 1 *bis*.
1873. — Magnier (E.) (✲), négociant, rue de l'Arcade, 16.
1877. — Daguin (J.-B.-E.) (O. ✲), ancien président du tribunal de commerce de la Seine, rue Castellane, 4.
1887. — Cheysson (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, boulevard Saint-Germain, 115.
Gibon (✲), ancien directeur des usines de Commentry, rue de Grenelle, 42.

MEMBRES HONORAIRES.

1844. — Cahours (C. ✲), membre de l'Institut, boulevard Haussmann, 40.
1846. — Féray (E.) (C. ✲), sénateur, manufacturier, à Essonnes (Seine-et-Oise).
1856. — Trélat (Émile) (O. ✲), architecte, professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Montparnasse, 136.
1871. — De Turenne (marquis) (✲), ancien élève de l'École Polytechnique, rue Vezelay, 9.

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Correspondants français.

Buffaud, mécanicien-constructeur, chemin de Barraban, 27, à Lyon.
Jaquiné (E.), inspecteur général honoraire des ponts et chaussées, à Nancy.
De Quillacq, constructeur-mécanicien, à Anzin (Nord).
Petit (Émile), ingénieur civil, château de Suduirant (Gironde).
Jarre, directeur des usines d'Ornaus (Doubs).
Bietrix, directeur de l'usine de la Chaléassière, à Saint-Étienne (Loire).
Buxtorf, mécanicien à Troyes (Aube).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CADIAT, directeur des établissements de constructions mécaniques Mouraille et Cie, à Toulon (Var).

CORNUT, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires de machines à vapeur, à Lille.

WITZ (Aimé), docteur ès sciences, ingénieur des Arts et Manufactures, place Vauban, 104, à Lille.

Correspondants étrangers.

AGUDIO, ingénieur-constructeur, à Turin (Italie).

CHAPMAN (Henry), ingénieur-conseil, Victoria Street, 69, Westminster (S. W.), à Londres.

COLLADON (Daniel), ingénieur, correspondant de l'Académie des sciences, boulevard du Pin, 1, à Genève.

SELLERS (W.), constructeur-mécanicien, à Philadelphie (États-Unis).

LLAURADO, ingénieur en chef des forêts d'Espagne, à Madrid.

SULZER-STEINER, de la maison Sulzer frères, à Winterthur (Suisse).

DWELSHAUVERS-DERY, ingénieur, professeur à l'Université de Liège (Belgique).

HABICH, directeur de l'École des Mines à Lima (Pérou).

THURSTON, professeur à la Cornell University d'Ithaca (État de New-York).

WALTHER-MEUNIER, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires de machines à vapeur, à Mulhouse (Alsace).

Comité des Arts chimiques.

Correspondants français.

GUIMET fils, manufacturier, à Lyon,

PECHINEY, directeur de la Société des produits chimiques, à Alais (Gard).

MANHÈS, directeur de la Société métallurgique du cuivre, à Lyon.

KESSLER, fabricant de produits chimiques, à Clermont-Ferrand.

BOULENGER (Hippolyte), fabricant de faïences, à Choisy-le-Roi (Seine).

DARBLAY, manufacturier, à Essonnes (Seine-et-Oise).

SCHNEIDER, maître de forges, au Creusot (Saône-et-Loire).

Correspondants étrangers.

ABEL (Frédéric-Auguste), président de la commission gouvernementale des explosifs, Adam Street, 1 (W.-C.), à Londres.

BESSEMER (sir Henry), à Londres.

DIDIERJEAN, administrateur de la Compagnie des cristalleries de Saint-Louis (Lorraine).

HOFMANN (A.-W.), professeur à l'Université de Berlin.

LOWTHIAN BELL, chimiste-manufacturier, à Bonnton-Grange, Northallerton (Angleterre).

SOLVAY, fabricant de produits chimiques, à Bruxelles.

STAS (J.-G.), membre de l'Académie royale de Belgique, rue de Jonker, 13, Saint-Gilles, à Bruxelles.

CANIZZARO, professeur à l'Université de Rome.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MENDELEEF, professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.
ROSCOE (Henry Enfield), Bramham garden's, 10, South-Kensington (S. W.), à Londres.

Comité des Arts économiques.

Correspondants français.

BERJOT, pharmacien-chimiste, à Caen (Calvados).
LOREAU, manufacturier, à Briare (Loiret).
MAME, éditeur, à Tours (Indre-et-Loire).
DE CHARDONNET, ancien élève de l'École polytechnique, rue Cambon, 43, Paris.

Correspondants étrangers.

COLE (Henry), directeur du Kensington-Museum, Thurloe square (S. W.), à Londres.
HELMOLTZ, professeur de physique à l'Université de Berlin.
LOCKYER (Joseph-Norman), correspondant de l'Académie des Sciences, Alexandra Road, Finchley Road, à Londres.
FRANKLAND, professeur de chimie à l'École royale des Mines, correspondant de l'Académie des Sciences, Lancastergate, 14, Hyde-Park, à Londres.
CROOKES (William), directeur du journal *The Chemical News*, Boy Court, Ludgate Hill (E. C.), à Londres.
PREECE, électricien en chef des télégraphes de l'État, à Londres.
ELIHU THOMSON, électricien en chef de la Société *Thomson-Houston*, à Lynn-Mass (États-Unis).
STEINLEN, ingénieur-constructeur, à Mulhouse (Alsace).

Comité d'Agriculture.

Correspondants français.

LECLER, ingénieur des polders de la Vendée, à Bouin (Vendée).
MARÈS (Henri), correspondant de l'Académie des Sciences, à Montpellier (Hérault).
PERRET (Michel), agriculteur, à Tullins (Isère), place d'Iéna, 7, à Paris.
PHILIPPAR, directeur de l'École d'agriculture, à Grignon (Seine-et-Oise).
RÉMOND, agriculteur à Minpincien, par Guigues-Rabutin (Seine-et-Marne).
GROSJEAN, inspecteur général de l'enseignement agricole, rue Pierre-Guérin, 4 *bis*, à Paris.
COCHARD, président de la Société d'agriculture de Montmédy (Meuse).
MILLIAU (Ernest), chimiste, à Marseille.
BRIOT, inspecteur des forêts, à Chambéry (Savoie).

Correspondants étrangers.

ANNENKOFF (Général), à Saint-Pétersbourg.
JUHLIN-DANNFELT, Great Winchester Street, 127 (E. G.), à Londres.
DE CANDOLLE (Alphonse), à Genève.
EASTON, ingénieur de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, à Londres.
LAWES (sir Bennett), membre de la Société royale de Londres, à Rothamstead (Angleterre).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GILBERT (Dr), membre de la Société royale de Londres, à Rothamstead (Angleterre).
REYNOLD (John-P.), président du service agricole de l'Illinois, à Chicago (États-Unis).
LIPPENS (Auguste), membre du Parlement de Belgique, à Gand.
MARCANO, professeur d'économie rurale à l'Université de Caracas (Venezuela).
MIRAGLIA, directeur de l'agriculture à Rome.

Comité du Commerce.

Correspondants français.

BERGASSE, négociant, à Marseille.
LALANDE (Armand), négociant, à Bordeaux.
SIEGFRIED (Jules), député, négociant au Havre.
FABRE (Cyprien), président de la Chambre de commerce, à Marseille.
SÉVÈNE, président de la Chambre de commerce de Lyon.
WALBAUM, président de la Chambre de commerce de Reims.
SEYDOUX, manufacturier au Cateau (Nord).
PERMEZEL, membre de la Chambre de commerce de Lyon.
BESSONNEAU, manufacturier, consul de Belgique, à Anvers.
AYNARD, député, président de la Chambre de commerce de Lyon.

Correspondants étrangers.

DE HEMPTINE (Comte Paul), à Gand (Belgique).
HEIMENDAHL, conseiller intime du commerce, président de la Chambre de commerce de Crefeld (Prusse rhénane.)
MEVISSEN, conseiller intime du commerce, ancien président de la Chambre de commerce de Cologne.
RUGGLES (Samuel B.), avocat, à New-York.
READER LACK (Esq.), directeur du Patent-office, à Londres.
RADAY DELGADO (Juan de Dios), sénateur à Madrid.
BODIO (Commandeur), directeur général de la statistique du royaume d'Italie, place Saint-Bernard, à Rome.
VESSÉLOWESKY (A.), conseiller d'État actuel, directeur de l'*Économiste russe*, rue Znamenkaïa, 43, à Saint-Pétersbourg.
GIFFIN, directeur de la statistique du Board of Trade, à Londres.
CARROLL (D. Wright), commissaire du département du travail, à Washington (États-Unis).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Correspondants français.

PARIS, manufacturier au Bourget (Seine-et-Oise).
PEPRATX (Eugène), trésorier de la Société agricole scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales, à Perpignan.

Correspondants étrangers.

CARLOS RELVAS, à Collega (Portugal).
MENABREA (Général comte), ambassadeur d'Italie, rue de l'Élysée, 14, à Paris.
POLLOK, ingénieur-consultant, à Washington (États-Unis).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

RAPPORT *fait par* M. FOURET, *au nom de la Commission des Fonds*, SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1889

MESSIEURS,

J'ai l'honneur, conformément à l'article 31 des statuts, de vous présenter, au nom de la Commission des fonds, le résumé des comptes de l'exercice 1889.

Nous examinerons successivement les trois parties dont se compose notre comptabilité : fonds généraux, fonds d'accroissement et fondations spéciales.

1re PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

Les recettes de l'exercice 1889 ont été les suivantes :

	fr. c.
1° Excédent de recettes reporté de l'exercice 1888.	10 677,90
2° Cotisations de l'exercice 1889.	19 728 »
3° Dons divers.	579,40
4° Abonnements au *Bulletin* de la Société.	3 168 »
5° Vente de numéros dudit *Bulletin*.	288,25
6° Locations à diverses sociétés	12 392,90
7° Arrérages de rentes.	60 433,50
8° Intérêts des sommes en dépôt.	683,60
9° Indemnité reçue de la Compagnie d'assurance mutuelle immobilière.	392 »
TOTAL.	108 343,55

Les dépenses se décomposent comme il suit :

1° *Bulletin* tiré à 900 exemplaires : frais de rédaction, d'impression et d'expédition; remises aux libraires.	23 964,45
2° Impressions diverses : annuaire, procès-verbaux, circulaires, etc.	3 119,55
3° Bibliothèque : confection des fiches et du catalogue, reliures et acquisitions.	4 578,25
4° Agence et économat : traitement des agents et employés, frais divers.	13 518,50
5° Jetons de présence.	6 705 »
A reporter.	51 885,75

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	fr. c.
Report.	51 885,75
6° Hôtel de la Société : travaux d'aménagement, d'entretien et de réparations	6 870,70
7° Mobilier	720,60
8° Chauffage, éclairage, eaux de la ville et menus frais	1 695,45
9° Contributions et assurances	2 873,25
10° Frais d'expériences exécutées par les Comités	25 »
11° Pensions.	3 749,80
12° Subventions et souscriptions diverses.	140 »
13° Grand prix de la Société : annuité versée à la Caisse des dépôts et consignations.	1 800 »
14° Fondation Bapst : versement pour compléter les allocations de secours aux inventeurs malheureux.	334,80
15° Frais divers comprenant notamment ceux relatifs au portrait de M. Dumas.	6 085 »
16° Placements de fonds : achat de 860 francs de rente 3 p. 100. . . .	25 166,95
TOTAL.	101 347,30
L'excédent des recettes sur les dépenses est par suite de.	6 996,25
TOTAL ÉGAL à celui des recettes.	108 343,55

Les dons divers se composent de 100 francs, versés par les exposants de la classe 37, à l'Exposition universelle de 1889, et de sommes versées par M. Legrand et la Compagnie du Gaz, en sus de leur cotisation statutaire, et s'élevant respectivement à 264 francs et à 215 fr. 40.

Les recettes de l'exercice 1889 s'écartent peu, aussi bien dans le détail qu'au point de vue du chiffre total, de celles de l'exercice précédent. Il n'en est pas de même pour les dépenses. Le total en est resté sensiblement le même d'une année à l'autre; mais il existe des différences notables sur quelques articles importants. Deux d'entre eux, qui figuraient sur le compte de 1888, font complètement défaut sur celui de 1889. L'un d'eux, relatif au prélèvement d'une somme de 16 000 francs environ, destinée à compléter la réserve de la fondation Jollivet, disparaît définitivement de l'état de nos dépenses annuelles. Quant au second de ces articles, qui se chiffrait en 1888 par une somme d'environ 20 000 francs, et qui était relatif aux prix et récompenses diverses accordées par la Société sur ses fonds généraux, il est résulté d'une décision de votre Conseil d'administration ajournant la distribution de ces récompenses au mois de juin 1890, que la dépense correspondante ne pouvait figurer sur la situation financière que nous vous présentons. Cette dépense s'est trouvée simplement différée; elle viendra s'ajouter à celle du même ordre qui concerne l'exercice en cours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une somme d'environ 25 000 francs a été employée à l'achat de 860 francs de rente 3 p. 100, de manière à rendre cette réserve productive d'intérêts. Dans le courant de l'exercice, trois souscriptions perpétuelles ont été versées par MM. Carpentier, Laurent et Osmond. Conformément aux statuts, le montant en a été placé en rente 3 p. 100.

2e PARTIE

FONDS D'ACCROISSEMENT

Fondation destinée à développer et à perpétuer l'œuvre créée par le comte et la comtesse Jollivet.

Cette fondation, destinée à assurer à notre Société, dans une quarantaine d'années, un surcroît notable de ressources, a été constituée en principe, à la fin de 1882, par le prélèvement sur notre avoir d'une somme de 100 000 francs, qui devait s'accroître, pendant cinquante ans, de ses intérêts capitalisés. Pour faciliter cette opération, votre Conseil d'administration avait décidé de remplacer ce prélèvement unique par une série d'emprunts à notre budget annuel. Au 31 décembre 1888, l'avoir de cette dotation était au complet, et se trouvait représenté par un titre de 4 623 francs de rente 3 p. 100, comprenant, pour 3 603 francs, le revenu du capital constitutif de 100 000 francs, et pour l'excédent de 1 020 francs, le revenu des intérêts capitalisés. La fondation devant dès lors se développer par ses propres ressources, son capital s'est accru exclusivement, en 1889, du montant des arrérages échus. Une somme de 4 620 francs, prise sur ces arrérages, a été employée à l'achat de 160 francs de rente, de sorte que la fondation possédait au 31 décembre dernier 4 783 francs de rente 3 p. 100. Il y avait de plus en caisse une somme de 79 fr. 15.

3e PARTIE

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX

Nous avons à vous exposer la situation que présentaient, au 31 décembre dernier, les diverses fondations que la Société a la mission de gérer, conformément aux intentions des donateurs. Vous remarquerez que, par exception, aucun des prix résultant de ces fondations n'a été décerné en 1889. C'est une conséquence de la décision du Conseil, que nous vous avons déjà rappelée, et d'après laquelle une assemblée générale doit être, à l'avenir,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

spécialement réunie vers le milieu de chaque année, pour la distribution des prix et récompenses diverses qui antérieurement étaient décernés au mois de décembre de l'année précédente. Il en est résulté, comme mesure de transition, que les prix et récompenses de 1889 ont été proclamés seulement dans la séance du 13 juin dernier, en même temps que ceux de 1890. Les sommes correspondantes ne figureront par suite que dans le prochain compte rendu. Cette circonstance exceptionnelle vous explique également pourquoi les soldes en espèces des comptes de quelques-unes des fondations dépassent cette fois les limites normales.

1° Grand prix fondé par le marquis d'Argenteuil.

Le marquis d'Argenteuil, en léguant à la Société une somme de 40 000 francs, a fondé un prix qui doit être décerné, tous les six ans, à l'auteur de la découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française.

Le prix, d'une valeur de 12000 francs, a été attribué en 1886. Il devra l'être de nouveau en 1892, ou plutôt dans le cours de l'année 1893, conformément aux nouvelles dispositions adoptées par le Conseil.

Les ressources de la fondation comprenaient, au 31 décembre dernier, un titre de 1 647 francs de rente 3 p. 100 et une somme de 19 249 fr. 85.

2° Legs Bapst.

Cette fondation se compose de deux parties. L'une d'elles, destinée à venir en aide aux inventeurs malheureux, est alimentée par un revenu de 1 365 fr. 20 de rente 3 p. 100. Le total des secours distribués en 1889 s'étant élevé à 1 900 francs, il a dû être pourvu à l'insuffisance des ressources de la fondation au moyen d'un prélèvement de 334 fr. 80 sur les fonds généraux de la Société.

La seconde partie du legs, qui doit servir à aider les inventeurs dans leurs recherches, n'a été utilisée, comme les années précédentes, que dans une faible mesure. Sur un revenu de 3008 fr. 80 il n'a été employé qu'une somme de 805 fr. 25. Il y avait, au 31 décembre dernier, un excédent en caisse de 2745 fr. 80.

3° Fondation Christofle et Bouilhet pour la délivrance des premières annuités de brevets.

Six premières annuités de brevets ont été accordées en 1889, représentant avec les frais une somme de 630 francs. Cette dépense est inférieure au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

revenu annuel de la fondation, qui consiste en 1036 francs de rente 3 p. 100. Il y avait en caisse, au 31 décembre dernier, un reliquat de 569 fr. 65.

4° **Fondation de la princesse Galitzine.**

La princesse Galitzine, en faisant à la Société un don de 2000 francs, a voulu permettre la création d'un prix à décerner sur la proposition du Comité des arts économiques. Les intérêts ont été jusqu'à présent capitalisés. La fondation possédait, au 31 décembre 1889, treize obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est, produisant un revenu annuel de 189 fr. 15, et un solde en caisse de 344 fr. 40.

5° **Fondation Carré.**

Cette fondation, instituée dans le même esprit que la précédente, par le versement d'une somme de 1000 francs, possédait, au 31 décembre dernier, cinq obligations de chemins de fer et un solde de 284 fr. 30.

6° **Fondation Fauler (industrie des cuirs).**

Cette fondation est destinée à secourir des ouvriers ou contremaîtres malheureux, ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs. Il a été accordé un secours de 200 francs en 1889.

Les ressources de la fondation comprenaient, au 31 décembre dernier, quarante obligations 3 p. 100 de diverses compagnies de chemins de fer, donnant un revenu annuel de 582 francs, et une somme en caisse de 538 fr. 15.

7° **Fondation Legrand (industrie de la savonnerie).**

Le but de cette fondation est de venir en aide aux ouvriers ou contremaîtres de l'industrie de la savonnerie ayant rendu des services appréciés. Aucun secours n'a été alloué en 1889.

Les ressources de la fondation se composaient, au 31 décembre 1889, de cinquante-six obligations 3 p. 100 de la Compagnie de l'Est, rapportant annuellement 814 fr. 80. Il restait en caisse un solde de 920 fr. 80.

8° **Fondation Christofle et Bouilhet en faveur des artistes industriels malheureux.**

Sur le revenu de cette fondation a été prélevée la pension de 300 francs, que la Société alloue, depuis quelques années, à la veuve d'un artiste graveur.

Le capital est représenté par vingt-cinq obligations 3 p. 100 et une obliga-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est, rapportant ensemble annuellement 388 francs. Il restait en solde, au 31 décembre dernier, une somme de 567 fr. 65.

9° **Fondation de Milly (industrie de la stéarine).**

Cette fondation a pour but de venir en aide, dans le domaine de l'industrie de la stéarine, à des ouvriers ou contremaîtres malheureux ou ayant contracté quelque infirmité dans l'exercice de leur profession.

Aucun secours n'a été alloué sur cette fondation en 1889. Le capital se composait, au 31 décembre dernier, de trente-six obligations de chemins de fer donnant un revenu annuel de 523 fr. 80. Il restait en caisse une somme de 439 fr. 85.

10° **Fondation de Baccarat (industrie de la cristallerie).**

L'objet de cette fondation est de secourir des ouvriers ou contremaîtres, malheureux ou infirmes, de l'industrie de la cristallerie. Aucun secours n'a été alloué en 1889. La fondation possédait, au 31 décembre dernier, sept obligations de chemins de fer rapportant annuellement 101 fr. 85. Il y avait de plus en caisse une somme de 405 fr. 15.

11° **Fondation Ménier (industrie des arts chimiques).**

Aucun secours n'a été accordé sur cette fondation en 1889.

Les ressources de la fondation se composaient, au 31 décembre dernier, de huit obligations 3 p. 100 et de deux obligations 5 p. 100 de la Compagnie de l'Est, rapportant ensemble annuellement 164 fr. 90. Il existait de plus en caisse une somme de 252 fr. 70.

12° **Grand Prix de la Société d'Encouragement.**

Notre Société décerne, tous les six ans, un grand prix de 12000 francs à l'auteur d'une découverte ou d'un perfectionnement important pour l'industrie nationale. Ce prix alterne avec celui de même valeur qui a été fondé par le marquis d'Argenteuil. Son échéance, primitivement fixée au mois de décembre 1889, a été reportée au mois de juin 1890. Le montant de la réserve était, au 31 décembre dernier, de 25 226 fr. 75.

13° **Prix de la classe 27 à l'Exposition universelle de 1867 (industrie cotonnière).**

Sur l'initiative de M. Gustave Roy, les exposants de la classe 27, à l'Expo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sition universelle de 1867, ont fait don à notre Société d'une somme de 13 169 fr. 85 pour la fondation d'un prix à décerner, tous les six ans, à celui qui aura le plus contribué au développement ou aux progrès de l'industrie cotonnière en France.

Les ressources de la fondation, au 31 décembre dernier, consistaient en quarante-trois obligations de chemins de fer, rapportant annuellement 625 fr. 65, et en une somme de 14 474 fr. 80.

14° Prix de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1867 (génie civil et architecture).

Les exposants de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1867, sur la proposition de M. Elphège Baude, ont fait don à notre Société d'une somme de 2315 fr. 75, pour fonder un prix à décerner, tous les cinq ans, à l'auteur des perfectionnements les plus importants apportés au matériel ou aux procédés du génie civil, des travaux publics ou de l'architecture.

Le prix consiste en une médaille d'or d'une valeur de 500 francs.

La fondation possédait, au 31 décembre 1889, douze obligations de chemins de fer, rapportant annuellement 174 fr. 60, plus un solde en espèces de 497 fr. 35. Le prix doit être décerné en 1891.

15° Prix de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878 (industrie des produits chimiques).

Cette fondation, créée sur l'initiative de notre regretté collègue M. Fourcade, par les exposants de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878, est destinée à récompenser chaque année, par un prix de 800 francs, un ouvrier de l'industrie des produits chimiques, choisi de préférence parmi ceux des donateurs et comptant le plus grand nombre possible d'années consécutives de bons services dans le même établissement. Le prix à décerner en 1889 l'a été au mois de juin dernier. Les ressources de la fondation comprenaient, au 31 décembre dernier, un titre de 759 francs de rente 3 p. 100 et une somme en caisse de 951 fr. 05.

16° Fondation du général comte d'Aboville.

Le comte d'Aboville a légué à la Société une somme de 10000 francs, destinée à fournir, avec les intérêts capitalisés, le montant de trois prix à décerner à trois manufacturiers qui auront employé à leur service, pendant une assez longue période, des ouvriers estropiés, amputés ou aveugles, et les auront ainsi soustraits à la mendicité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un de ces prix, d'une valeur de 3900 francs, a été décerné en 1885. Le second, qui devait l'être en 1887, a été ajourné. L'échéance du troisième, qui venait en 1889, a été reportée en juin 1890. La fondation possédait, au 31 décembre dernier, dix-huit obligations de chemins de fer et une réserve en espèces de 2196 fr. 30 (1).

17° Legs Giffard.

Conformément aux intentions du donateur et en vertu d'une délibération du Conseil d'administration en date du 27 janvier 1888, la moitié du revenu du capital de 50000 francs, légué à la Société par M. Henri Giffard, a été consacrée à la création d'un prix de 6000 francs qui, sous le titre de grand prix Henri Giffard, doit être attribué tous les six ans à une personne ayant rendu des services signalés à l'industrie française. Ce prix a été décerné pour la première fois cette année.

L'autre moitié du revenu de cette fondation est destinée à accorder des secours. Une somme de 400 francs a été employée dans ce but en 1889.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, 1949 francs de rente 3 p. 100 et une somme disponible de 7317 fr. 20.

18° Fondation Meynot.

MM. Meynot père et fils ont fait don à la Société d'une somme de 20000 francs, pour créer un prix destiné à récompenser les progrès, inventions ou perfectionnements, intéressant la moyenne ou la petite culture. Ce prix, d'une valeur de 1200 francs, doit être décerné tous les deux ans.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, un titre de 730 francs de rente 3 p. 100 et une somme en caisse de 2325 fr. 20.

19° Fondation Melsens.

M^me^ veuve Melsens, dans le but d'honorer la mémoire de son mari, a fait don à la Société d'une somme de 5000 francs, pour instituer un prix destiné à récompenser l'auteur d'une application intéressante de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène. Ce prix, d'une valeur de 500 francs, doit être décerné tous les trois ans. Il l'a été pour la première fois cette année, au mois de juin dernier.

(1) Le montant de la réserve, au 31 décembre 1888, doit être rectifié sur le précédent rapport : elle était de 1859 fr. 75.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les ressources de la fondation comprenaient, au 31 décembre 1889, treize obligations de chemins de fer, rapportant annuellement 189 fr. 15, et une somme en caisse de 548 fr. 40.

20° Fondation des exposants de la classe 50 à l'Exposition de 1867 (matériel des industries alimentaires).

Sur l'initiative du baron Thenard, et grâce aux démarches de M. Savalle, la Société a reçu, à la suite de l'Exposition de 1867, une somme de 6326 fr. 14, montant d'un reliquat appartenant au groupe des exposants de la classe 50. Une fraction de cette somme, s'élevant à 1500 francs, nous est définitivement acquise, par suite de l'adhésion des intéressés. En ce qui concerne les autres membres du groupe, n'ayant reçu d'eux jusqu'à présent aucun consentement explicite, leur quote-part devra leur être remise, dans le cas où ils viendraient à la réclamer avant l'expiration du délai légal de trente ans.

C'est sous cette réserve que la Société a reçu la somme de 6326 fr. 14 des mains de M. Savalle. Cette somme a été employée à l'achat de seize obligations de chemins de fer, rapportant annuellement 232 fr. 80. Il y avait de plus en caisse, au 31 décembre dernier, une somme de 849 fr. 40.

Telle était, Messieurs, au 31 décembre 1889, la situation de nos comptes. La Commission des fonds, au nom de laquelle je viens de vous en faire l'exposé, la déclare de tout point exacte et régulière. Il me reste, avec son assentiment, à vous proposer de vouloir bien approuver ces conclusions et exprimer de nouveau à notre trésorier, M. Goupil de Préfeln, notre vive et sincère gratitude, pour le dévouement avec lequel il s'acquitte de son importante mission.

Signé : Georges Fouret, *rapporteur.*

Rapport *fait par* M. Bordet, *au nom des censeurs,* sur les comptes de l'année 1889.

Messieurs,

Les comptes établis par M. le Trésorier et résumés dans le rapport que vous venez d'entendre ne donnent lieu qu'à un très petit nombre d'observations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les recettes et dépenses de l'année 1889 sont restées dans les limites normales.

Trois nouvelles souscriptions perpétuelles ont été recueillies et employées en achats de rente 3 p. 100. Les rentes qui, ayant la même origine, sont inaliénables, conformément aux statuts, s'élèvent maintenant à 2185 francs.

Nous devons exprimer notre reconnaissance aux exposants de la classe 37 de l'Exposition de 1889, à M. Legrand et à la Compagnie parisienne du Gaz pour les dons qu'ils ont bien voulu faire à la Société et qui se montent ensemble à 579 fr. 40.

Les ressources de la fondation Bapst, première partie, ayant été insuffisantes pour satisfaire aux demandes reçues dans l'année et reconnues dignes d'intérêt ont été augmentées d'une somme de 334 fr. 80 prélevée sur les fonds généraux. Cet article de dépense ne peut être critiqué en aucune façon ; cependant nous pensons qu'on aurait pu l'éviter en faisant usage de la fondation Giffard dont une partie est, comme vous le savez, destinée à venir en aide à des personnes ayant rendu des services à l'industrie, c'est-à-dire en particulier, comme la première partie du legs Bapst, à des inventeurs méritants et malheureux.

La réserve constituée pour fournir le grand prix de la Société s'élevait, au 31 décembre 1889, à 25226 fr. 75. Si on en déduit le montant du prix à échéance de 1889 décerné au mois de juin 1890, il reste encore une somme de 13226 fr. 75, plus que suffisante pour fournir le prix de 12000 francs à décerner en 1895. On peut donc suspendre provisoirement le versement au compte de cette fondation de l'annuité de 1800 francs fournie par les fonds généraux; on devra seulement, plus tard, reprendre ces versements en temps utile pour que, malgré la baisse du taux de l'intérêt servi par la Caisse des dépôts et consignations, le fonctionnement régulier de la fondation soit assuré. Pour l'exercice 1889, l'annuité de 1800 francs a encore été portée en dépense aux fonds généraux parce que l'emploi de cette somme avait été fait antérieurement au profit de la réserve affectée au Grand Prix.

En dehors de ces observations, nous n'avons aucune critique à formuler relativement aux comptes qui vous sont présentés et, en vous proposant de les approuver, nous sommes heureux de nous associer aux remerciements bien mérités que la Commission des fonds adresse à notre Trésorier pour son inépuisable dévouement.

Signé : Lucien Bordet, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 *décembre* 1890.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. J. FARCOT, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur la* CHAUDIÈRE DE M. F. LE MOAL, *ingénieur, rue d'Avron,* 53, *Paris.*

M. Le Moal présente à la Société un générateur de vapeur de son invention, à haute pression, étudié dans le but de produire une quantité considérable de vapeur avec une faible surface de chauffe et un poids métallique réduit et d'occuper un emplacement aussi petit que possible. Cet appareil avait déjà été soumis par son inventeur à votre examen en 1888, mais il n'était encore qu'à l'état de projet et comme certaines de ses dispositions pouvaient donner lieu à quelques doutes, vous avez décidé alors d'attendre qu'une application industrielle permît de se rendre un compte exact de ses conditions de fonctionnement. Cette condition existe aujourd'hui et c'est sur une chaudière de ce système fonctionnant à la Laiterie des Fermiers Réunis, rue Sibuet, 64, que nous avons pu constater ce qui suit.

Ce nouveau générateur se compose essentiellement d'un caisson rectangulaire, formé de deux tôles planes A peu distantes l'une de l'autre, réunies parallèlement par deux autres tôles cintrées B et maintenues par des entretoises X. Le caisson est traversé de part en part par des tubes courts et très rapprochés, rivés sur les plaques A, en sorte que l'ensemble constitue pour ainsi dire une chaudière de locomotive dont les tubes seraient extraordinairement raccourcis de façon à diviser la masse d'eau en très petites fractions attaquées chacune de tous côtés par la chaleur de manière à activer et régulariser la production.

Les extrémités du caisson sont fermées par deux plaques P boulonnées, faciles à démonter pour la visite et le nettoyage.

Au-dessus du générateur proprement dit est placé un réservoir de vapeur R relié au caisson par trois tubulures *t* rivées sur les tôles B ; cette tôle B n'est d'ailleurs pas ouverte par un large orifice dans la section de chacune des tubulures *t*, mais elle y est seulement perforée d'un grand nombre de petits trous ; cette disposition ayant pour but de lui conserver sa résistance tout en empêchant autant que possible les entraînements d'eau de la chaudière au réservoir.

L'alimentation se fait en *a* et la vidange par le robinet inférieur V.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La circulation des gaz a lieu suivant les flèches F de la façon suivante : ils montent du foyer jnsqu'en haut du caisson sur la moitié de sa longueur, librement sur l'une de ses faces seulement, gênés sur l'autre face par une chicane réduisant le passage à moitié environ de sa largeur. Les gaz qui ont monté sur la demi-face libre du caisson traversent les tubes correspondants en sorte que la totalité des gaz se trouve réunie sur l'autre face au-dessus de la chicane signalée plus haut ; ils traversent alors tous ensemble les autres tubes situés dans la seconde moitié de la longueur du caisson et redescendent directement au carneau C qui les conduit à la cheminée.

Pour la chaudière dont nous avons examiné le fonctionnement, la surface de chauffe était de $10^{mq},50$; elle était timbrée à 12 kilogrammes et le faible volume d'eau résultant de ses dispositions ci-dessus décrites lui permettait néanmoins de rester dans la 3e catégorie tout en produisant, comme nous le verrons plus loin, un poids de vapeur considérable atteignant 3 à 400 kilogrammes à l'heure.

Pendant plusieurs jours nous avons examiné la marche de ce générateur : la plus longue expérience que nous ayons suivie et qui était d'ailleurs conduite par l'intéressé lui-même, a été de 5 heures *sans arrêt*. Durant cette marche la pression s'est toujours maintenue entre 10 kilos et $11^{k},250$ et le niveau d'eau entre 1 centimètre au-dessous et 3 centimètres au-dessus du niveau normal. Le fonctionnement industriel en était donc satisfaisant.

La vaporisation par mètre de surface de chauffe était contrôlée toutes les demi-heures environ, c'est-à-dire dix fois pendant ces cinq heures. Elle a été de 35 kilos par heure et par mètre carré au minimum et de $43^{k},800$ au maximum ; soit à l'heure une moyenne de $38^{k},200$ par mètre carré ou un chiffre total de 402 kilos.

Pendant ces cinq heures de marche, il a été brûlé 391 kilos de charbon (briquettes) de bonne qualité donnant de 3 à 5 p. 100 de déchets ; soit une production de $5^{k},150$ de vapeur par kilogramme de charbon.

Le détail de ces essais est fourni d'ailleurs par le tableau ci-annexé.

On remarquera que le chiffre de vaporisation par kilogramme de charbon, déterminé d'accord avec l'intéressé, diffère sensiblement de ceux qu'ils croyaient avoir obtenus dans des essais antérieurs ; cependant il s'explique tout naturellement par la production intensive au mètre carré pour laquelle on a combiné cette chaudière, et on peut même dire qu'un tel résultat était à prévoir, ces deux conditions de haute vaporisation par kilogramme de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

houille et par mètre carré étant en elles-mêmes contradictoires. Peut-être serait-il un peu amélioré pour des appareils de plus grande puissance.

Chaudière Le Moal, surface de chauffe 10^{mq}500

EXPÉRIENCE DU 2 SEPTEMBRE 1890 (*de* 12 *h.* 30 *à* 5 *h.* 30).

HEURE.	PRESSION MANOMÈTRE.	EAU VAPORISÉE.	CHARBON brûlé.	NIVEAU.	
	kilos.	kilos.			
12.30	10	0	0	0	
12.45	11	120		— 1	
12.56		80			Vaporisation = 460 kilos par heure.
1.00	11.5	40		— 2	
1.15	11.250	90		0	
1.27		70			Vaporisation = 386 kilos par heure.
1.30	11	20		+ 2	
1.45	10.500	80	100	+ 3	
2.00	10.250	100		+ 2	Vaporisation = 363 kilos par heure.
2 15	11	80		0	
2.30	11.250	100		0	
2.33		20			Vaporisation = 363 kilos par heure.
2.45	11.100	80		0	
3 00	11	90	100	0	
3.02		30			Vaporisation = 414 kilos par heure.
3.15	11	80		0	
3.30	11.250	100		— 1	
3.33		20			Vaporisation = 386 kilos par heure.
3.45	11	70		— 1	
4.00	11.250	100		0	
4.05		30			Vaporisation = 374 kilos par heure.
4.15	11	70		— 1	
4.25			100		
4.30	10.250	100		— 2	
4.33		30			Vaporisation = 428 kilos par heure.
4.45	11	80		0	
5.00	11	120		+ 1.5	Vaporisation = 445 kilos par heure.
5.15	11	110		0	
5.30	10	100	91	0	Vaporisation = 400 kilos par heure.
5 h. de marche.		2010	391		

Quoi qu'il en soit, nous devons reconnaître la réalité des principaux avantages recherchés par l'inventeur; il est certain que ce générateur d'une construction simple et économique peut présenter autant de sécurité que les chaudières dites multitubulaires, peut par conséquent atteindre comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elles des pressions de 12 à 15 kilos en marche normale, et permet en résumé de réaliser avec un encombrement des plus réduits d'assez grandes puissances motrices. Le poids de l'appareil n'est, paraît-il, que de 1 100 kilos environ et son volume de 540 décimètres cubes pour une vaporisation de 300 à 400 kilos à l'heure.

Au point de vue pratique, nous pouvons ajouter que la chaudière qui marche déjà depuis un certain temps à la Laiterie des Fermiers Réunis se comporte très bien et s'est maintenue en bon état d'entretien.

Pour des puissances plus considérables, l'auteur installe côte à côte dans le premier four plusieurs caissons semblables à celui qui vient d'être décrit, avec une circulation gazeuse légèrement modifiée. Dans certains plans d'installation pour deux caissons, on remarque la suppression du réservoir de vapeur supérieur et son remplacement par une légère extension de la tôle cintrée supérieure, de façon à réduire finalement la capacité totale du générateur.

En résumé, il a semblé au Comité des arts mécaniques que cet appareil présentait un certain intérêt par ses dispositions particulières et sa puissance de vaporisation : il vous propose donc de remercier M. Le Moal de son intéressante communication et de décider la publication au *Bulletin* du présent rapport, avec planches et tableau d'expérience.

Signé : Joseph Farcot, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 novembre 1890.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. A. Tresca, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur le* robinet a repoussoir *de M.* Émile Chastel, 3, *rue Portefoin, Paris.*

M. Chastel a présenté à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un robinet à repoussoir, surnommé « le Silencieux » et ayant pour but d'éviter les coups de bélier.

Les administrations publiques ont prescrit, avec juste raison, l'emploi de robinets se fermant seuls, pour éviter des dépenses inutiles d'eau lorsqu'on oublie de fermer un robinet ordinaire.

Un grand nombre de robinets à repoussoir ont été dès lors imaginés;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais, si l'on ne prenait pas de précautions spéciales, leur emploi aurait pour effet de produire dans les conduites de forts coups de bélier, résultant du choc de l'eau animée d'une certaine vitesse contre les parois de la conduite, lors de la fermeture du robinet servant au débit de l'eau.

De nombreux systèmes ont été employés pour parer à cet inconvénient, et le robinet de M. Chastel paraît, entre autres, répondre parfaitement aux conditions du problème.

Cet appareil se compose, comme divers robinets à repoussoir, d'un corps ordinaire de robinet dans lequel la clé est remplacée par un excentrique H prolongé par une tige sortant à l'extérieur et terminée par une tige I.

Cet excentrique vient agir sur une soupape G, garnie d'une pièce en caoutchouc de forme sphérique, qui, éloignée momentanément de son siège, permet le passage de l'eau. Sous l'action d'un ressort en hélice entourant la tige de la soupape, celle-ci se referme dès que l'on cesse d'agir sur la poignée I et le robinet se trouve fermé.

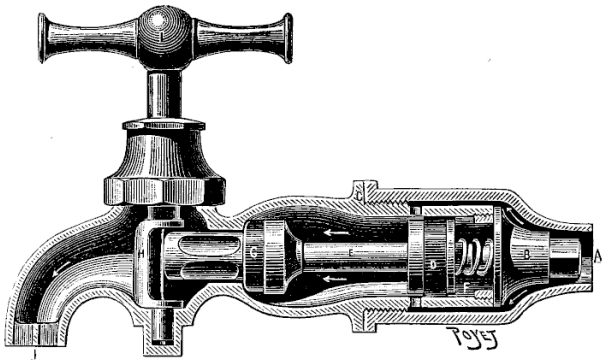


Fig. 1. — Robinet à repousseir de M. Chastel.

Si cette fermeture est brusque, le coup de bélier se produit, en amenant à sa suite les détériorations ordinaires.

Si, par un moyen quelconque, on ralentit cette période de fermeture, le coup de bélier se trouve évité.

M. Chastel a imaginé le dispositif suivant :

La tige E de la soupape porte en D une sorte de piston en caoutchouc enserré entre deux rondelles.

Ce piston D glisse librement dans un cylindre métallique dans lequel doit passer l'eau avant de s'écouler par le robinet.

L'eau arrive par le raccord A, contourne le cylindre C, fermé par un bouchon à vis B, et pénètre dans ce cylindre par six petits orifices de 2 millimètres de diamètre; la pression de cette eau vient donc agir, à la fois, sur le piston D et sur la soupape G, de diamètres différents, et neutralise dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une certaine mesure, au moment de la fermeture du robinet, l'action du ressort à boudin.

La fermeture du robinet, au lieu d'être brusque, s'effectue très lentement, et nous avons pu vérifier ce fait, en faisant fonctionner des robinets de ce système, montés sur une conduite d'eau en charge. Ce système paraît donc très efficace et peut s'appliquer soit à des robinets à poignée du genre de celui qui est représenté sur la figure jointe à ce rapport, soit à des robinets à repoussoir dans lesquels l'ensemble de la tige de la soupape et du piston régulateur est disposé perpendiculairement à l'axe du robinet.

Le Comité des arts mécaniques vous propose de remercier M. Chastel de sa communication et d'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin* avec une figure sur bois représentant l'un des types de robinets se fermant seul de sa fabrication.

Signé : Alf. Tresca, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 14 *novembre* 1890.

PHOTOGRAPHIE

COMMUNICATION SUR LES PROJECTIONS STÉRÉOSCOPIQUES, PAR M. DAVANNE, MEMBRE DU CONSEIL.

Messieurs,

Au mois d'avril 1890, M. Schobbens fit en Belgique des essais de projections stéréoscopiques au moyen d'un dispositif semblable à celui que M. d'Almeïda, professeur de physique, employa, il y a plus de vingt ans, pour montrer dans une salle de cours à l'ensemble des personnes présentes, des images considérablement agrandies, avec l'effet de relief que donne le stéréoscope (1).

Ces nouveaux essais, paraît-il, n'ont réussi qu'imparfaitement. Mais ils nous ont rappelé les tentatives antérieures et nous avons prié M. Molteni de vouloir bien reprendre la méthode de M. d'Almeïda, ce qu'il fit avec la plus grande obligeance. Bien que ce soit une excursion dans le passé, nous avons pensé que vous pourriez prendre quelque intérêt à voir répéter ces expériences devant vous.

(1) Un physicien allemand, Rollman, paraît être le premier qui ait décrit une méthode analogue dans les *Annales de Poggendorf*, 1853.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chacun connaît la théorie de la vision stéréoscopique ; lorsque nous regardons un ensemble quelconque dont les objets sont espacés sur différents plans, nos yeux voient bien cet ensemble et apprécient la distance qui sépare les objets ; mais, en fermant alternativement l'un et l'autre œil, nous constatons que leur position relative semble varier et que cette variation est d'autant plus accentuée que le point regardé est plus rapproché ; en outre, si rien ne guide l'œil unique, ces plans ne paraissent plus séparés, ils se collent les uns sur les autres.

Quand les deux yeux fixent successivement des points de plus en plus rapprochés, il faut les faire converger vers ces points. Pour obtenir cette convergence et pour que les deux images reçues sur les rétines semblent n'en former qu'une seule, nous faisons un effort inconscient qui peut aller jusqu'au strabisme : cet effort est une des causes principales, sinon l'unique, de l'appréciation du relief.

Donc, si nous prenons d'un sujet deux images correspondant l'une à celle que perçoit l'œil droit, l'autre à celle que perçoit l'œil gauche, et si nous les présentons de telle sorte que chaque œil ne voie que celle qui lui est destinée, nous nous trouverons dans les conditions de la vision binoculaire ordinaire et nous aurons aussitôt un sentiment de relief très accentué. Si, dans la production de ces images on n'a pas gardé un écart proportionné, celui de nos yeux, l'effet de relief s'accentuera à mesure que l'écart aura été plus considérable et arrivera à l'exagération et à la déformation.

Avec les procédés photographiques, rien de plus facile que de produire les deux images nécessaires à la vision stéréoscopique et, en les regardant dans le stéréoscope de Wheastone ou dans celui de Brewster, on obtient immédiatement le sentiment du relief, mais cette constatation ne peut être faite que par une seule personne, les autres doivent attendre leur tour.

La difficulté se présente lorsqu'il s'agit de projections d'épreuves photographiques agrandies, projections si souvent utilisées dans les cours et conférences. Si on projette une image seule, ainsi que cela a toujours lieu, l'épreuve photographique qui donne naissance à cette image n'ayant été vue et copiée que par un seul œil, l'objectif, les divers plans se détachent mal, à moins que l'effet de perspective ne résulte du sujet lui-même soit par les lignes architecturales, soit par la fuite du terrain, les ombres portées ou la dégradation des teintes aériennes : ce sont les procédés que l'on emploie pour le dessin et la peinture.

Si, au moyen d'un double appareil de projection, nous cherchons à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

obtenir l'effet de relief par la superposition des deux vues stéréoscopiques, nous ne pouvons arriver à la superposition puisque les deux vues ne sont pas identiques, nous ne sommes pas dans les conditions voulues, chacun de nos yeux voit les deux images à la fois et il en résulte un ensemble tout à fait confus.

Il faut donc, par un dispositif spécial, lorsque ces deux vues seront projetées l'une sur l'autre, que chaque œil ne voie que celle qui lui correspond, l'autre se trouvant annulée; on arrive à ce résultat par l'emploi de verres de couleur complémentaire, l'un rouge, l'autre vert.

Sur le passage des rayons lumineux qui vont former les images, on interpose pour l'une un verre vert, pour l'autre un verre rouge, les vues sont encore confuses sur l'écran; mais, si on les regarde avec des lunettes armées de ces mêmes verres complémentaires en ayant soin de faire correspondre les couleurs des verres de lunettes et celles des images, et non de les alterner, on aura aussitôt la sensation du relief; en effet, le verre rouge annulant la couleur verte ne laisse arriver à l'œil que l'image colorée en rouge; le verre vert annulant la couleur rouge ne laisse percevoir à l'autre œil que l'image colorée en vert et ces deux vues de couleurs complémentaires, se superposant dans l'acte de la vision, donnent une image unique de teinte neutre avec son effet de relief.

Si on retourne les lunettes ou si on transpose les verres, on obtient le même effet que si, les verres colorés restant dans l'ordre, on transposait les vues en mettant celle de gauche à droite et *vice versa*, la position des plans est renversée; les derniers viennnent en avant surplomber les premiers, l'image d'une boule pleine se transformerait en celle d'une sphère creuse : c'est l'effet pseudoscopique.

Nous avons pensé que vous auriez quelque plaisir à voir cette expérience; cette méthode de M. d'Almeïda ne doit pas être la seule, la rappeler sera sans doute provoquer d'autres communications sur ce même sujet; ajoutons que nous avons vu il y a quelques années des projections de sujets en mouvement; on pourrait sans doute y joindre l'effet stéréoscopique, ce serait un pas de plus vers l'un des buts que la photographie doit se proposer d'atteindre : la reproduction de plus en plus exacte des phénomènes naturels.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE

CARBURATION DIRECTE DE L'ACIER, PROCÉDÉ DARBY, PAR M. GUSTAVE RICHARD, INGÉNIEUR CIVIL DES MINES.

Il est beaucoup question depuis quelque temps d'un nouveau procédé de carburation directe des aciers dû à M. John Henry Darby, directeur des aciéries de Brymbo (pays de Galles), qui permettrait de recarburer avec facilité, et au degré exactement voulu, les aciers basiques dont la recarburation est, comme on le sait, souvent très difficile.

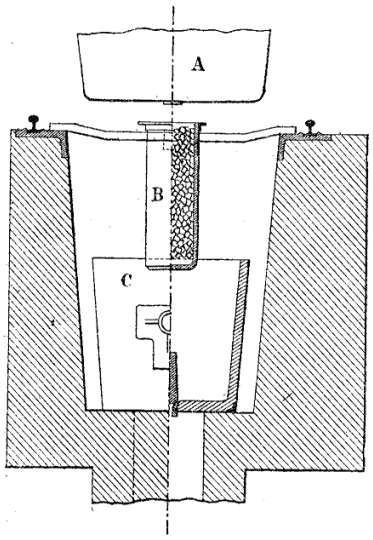


Fig. 1. — Premier appareil Darby (brevet anglais 418, 10 janvier 1888).

A, Poche supérieure. — B, Filtre carburateur Darby rempli de charbons de bois concassé. — C, Poche inférieure. L'acier doux de A se carbone par sa filtration en B.

Le procédé est nouveau (le premier brevet de M. Darby date du 10 janvier 1888), de sorte qu'il n'est pas encore entré complètement dans la pratique, mais il a néanmoins donné, à Brymbo et aux aciéries de Ruhrort, des résultats tels que nous croyons utile de le décrire sommairement, en grande partie d'après la conférence que M. Thielen vient de faire à ce sujet devant les membres de l'Iron and Steel Institut réunis à Pittsburg (1).

Le principe de la méthode de M. Darby consiste en ce que l'acier doux, peu carburé ou neutre, se carbure si on le met à l'état fondu en contact suffisamment intime et prolongé avec du charbon en morceaux ou en grains.

Dans le premier appareil de M. Darby, ce contact de l'acier avec le charbon s'opérait en faisant passer l'acier d'une poche supérieure A à la poche inférieure C (fig. 1) au travers d'un cylindre réfractaire B rempli de matières charbonneuses, ordinairement du charbon de bois convenablement concassées. Un cylindre de $1^m,20$ de long sur $0^m,50$ de diamètre suffisait pour une charge de 5 à 10 tonnes d'acier. On préférait ne pas faire passer tout l'acier à recarburer au travers du cylindre B. S'il s'agissait, par exemple, de porter à 1 p. 100 la teneur de l'acier primitivement à 0,5 p. 100, on en coulait d'abord la moitié, 5 tonnes, direc-

(1) *Scientific American*, supp. 22 nov. 1890.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tement en C, puis le restant au travers du cylindre B, où il se carburait à 1,5 p. 100. Le mélange de ces 5 tonnes avec celles de C donnait 10 tonnes d'acier à 1 p. 100 de carbone.

On opérait donc, dans ce premier procédé, par une sorte de filtration de l'acier au travers du cylindre C, d'où le nom caractéristique d'acier filtré donné aux premiers produits de M. Darby.

Mais l'expérience ne tarda pas à démontrer à M. Darby que ce contact prolongé du métal avec le carbone n'est pas nécessaire, et il en profita pour remplacer l'appareil précédent par ceux que représentent les figures 2 et 3, puis par celui des figures 4 et 5, dont le maniement est beaucoup plus commode. Avec cet appareil, qui date du 21 décembre 1889, le charbon broyé : coke, charbon de bois ou de cornue, est amené, par une hélice E, de la trémie H, à un plan incliné d'où il s'écoule au droit du jet d'acier allant de la première poche A dans la poche de carburation B, qui distribue l'acier carburé aux lingotières C. La carburation s'effectue pendant le premier tiers de la coulée de B en C, après quoi l'on supprime l'arrivée du charbon pour laisser la poche B se remplir d'acier peu carburé, qui se mélange à l'acier très carburé du premier tiers. L'acier ainsi produit ne bouillonne pas dans les moules, de sorte qu'il ne faut y ajouter que rarement un peu de ferro-manganèse ou de spiegel.

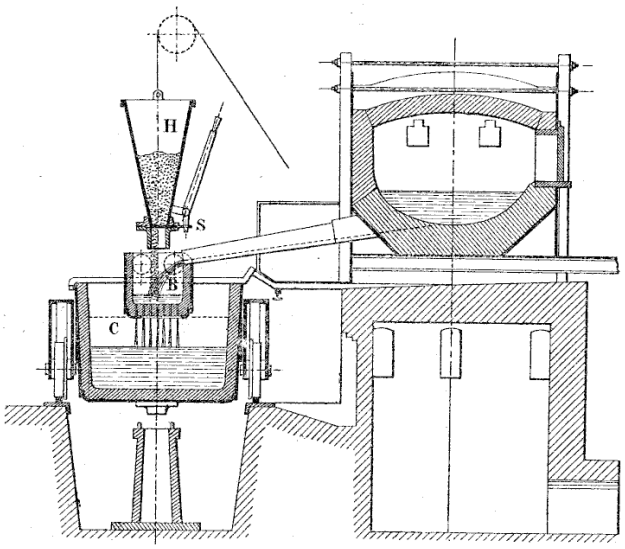


Fig. 2. — Deuxième appareil Darby.

H, Trémie pourvue d'une vanne S, d'où le charbon concassé tombe dans la poche de carburation B, alimentée d'acier doux fondu venant du four à réverbère. L'acier carburé s'écoule de B en C au travers d'un grand nombre de trous percés au fond de B. La carburation s'opère pendant le premier tiers de la coulée, après quoi l'on ferme la vanne S. Il se forme ainsi un métal très carburé qui se mélange, en C, aux deux autres tiers de la charge d'acier doux.

A Brymbo, M. Darby n'avait guère appliqué son procédé qu'aux aciers sur sole : il réussit ainsi à obtenir, avec les procédés basiques, des aciers excellents tenant jusqu'à 0,9 p. 100 de carbone et ne renfermant que des traces d'impuretés ; mais c'est seulement en 1889, aux forges du Phœnix, à Ruhrort, que le procédé Darby fut appliqué aux aciers Bessemer. On se servit d'abord, à cet effet,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des appareils représentés par les figures 3, 4 et 5. On put, avec l'appareil représenté par la figure 4-5, carburer très uniformément des lingots de 1400 kilogr. ayant $0^m,40$ de côté. On évitait facilement l'excès de carbone qui se localise souvent au haut de ces gros lingots en diminuant le débit de la vis E vers la fin de la coulée.

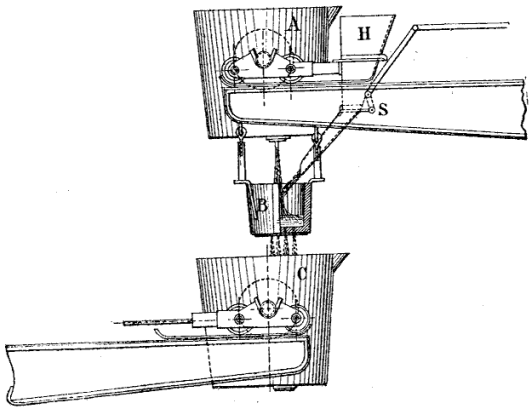


Fig. 3. — Troisième appareil Darby.

B, Poche de carburation suspendue entre les poches A et C, au bout des bras des grues hydrauliques d'une installation de Bessemer. — H, Trémie à vanne S amenant le charbon au droit du jet d'acier doux de A.

La figure 6 représente une variante facile à comprendre de l'appareil précédent.

Mais ces appareils présentent deux inconvénients : l'acier s'oxyde en passant de B en C, même au travers d'une seule ouverture, et il est très difficile de manœuvrer la vis E exactement en fonction du débit de A, de manière

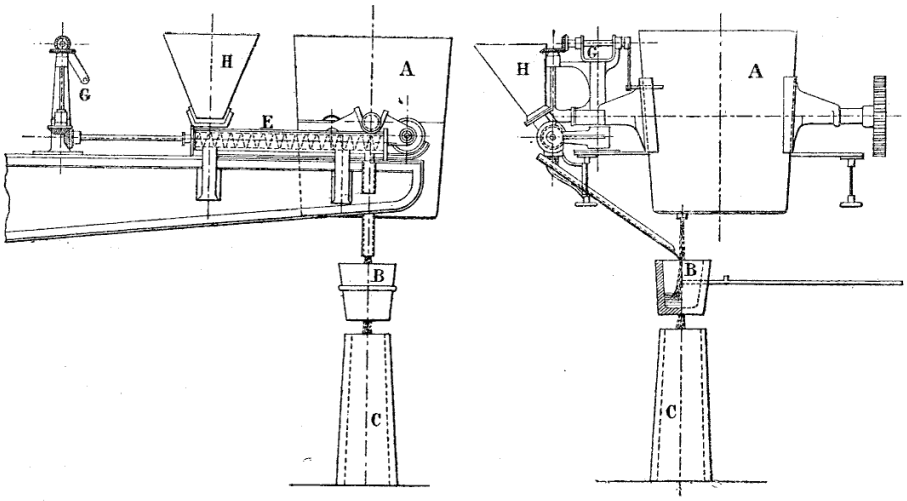


Fig. 4 et 5. — Appareil Darby de 1889 (brevet anglais 20586).

G, Manivelle commandant la vis sans fin E qui amène le charbon broyé de la trémie H au droit de la coulée de l'acier doux de A dans la poche de carburation B, d'où l'acier carburé coule dans la lingotière C.

à assurer l'invariabilité de la carburation. Le débit varie en effet avec la température du jet et l'obstruction inévitable de l'orifice du jet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Profitant de ce que le coke pulvérisé est presque instantanément absorbé par l'acier en fusion, on parvint enfin à éviter ces deux inconvénients en supprimant la poche de carburation B. On coule l'acier directement du convertisseur, au jet duquel on distribue le coke en poussière par une vanne convenablement réglée, en retenant les scories au bec du convertisseur au moyen d'une plaque garnie de terre réfractaire, jusqu'à la fin de la carburation.

D'après M. Thielen, la perte de matière carburante par combustion serait de 15 à 20 p. 100 avec le graphite, un peu plus forte avec le coke. On produirait facilement avec ce procédé des aciers durs et très purs, à 0,9 p. 100 de carbone, excellents pour les outils.

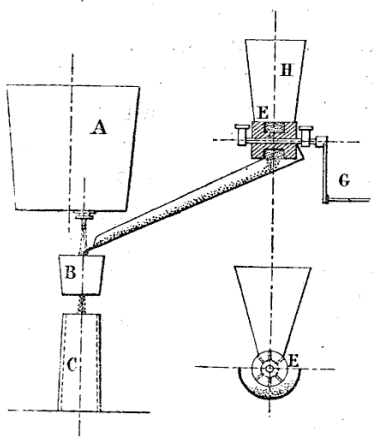


Fig. 6. — Variante de l'appareil fig. 4.
G, Manivelle commandant le distributeur E qui amène le charbon broyé de la trémie H au droit de la coulée de l'acier doux de A, dans la poche de carburation B, d'où l'acier carburé coule dans la lingotière C.

La teneur en carbone, facile à préciser, comme l'indiquent les exemples ci-dessous, ne varie guère, du premier au dernier lingot, que de 0,010 à 0,020 p. 100.

EXEMPLES DES RÉSULTATS OBTENUS

Teneur de carbone dans diverses parties d'un même lingot.

		TENEUR prévue.	TENEUR trouvée.
1er lingot	A	0.250	0.255
	B		0.260
	C		0.251
2e lingot	A	0.450	0.461
	B		0.455
	C		0.470

Travail au four basique.

TENEUR EN CARBONE prévue.	trouvé avant recarburation.	trouvé après recarburation.
0.600	0.072	0.592 premr lingot.
		0.592 dernr lingot.
0.800	0.070	0.804 premr lingot.
		0.804 dernr lingot.

Travail au Bessemer basique.

TENEUR DE CARBONE avant recarburation.	après recarburation.	TENEUR DE PHOSPHORE avant recarburation.	après recarburation.
0.073	c. 0.285	0.040	0.040
	f. 0.290		
0.089	c. 0.300	0.044	0.066
	f. 0.312		
0.077	c. 0.323	0.073	0.075
	f. 0.320		

(c. — Premier lingot (commencement de la coulée).
(f. — Dernier lingot (fin de la coulée).

Travail au Bessemer et au four acide.

Carbone prévu.		Carbone trouvé.
0.300	0.320	0.300
0.280	0.300	0.270
0.360	0.420	0.370

La méthode Darby est actuellement adoptée définitivement à Ruhrort. Après

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une année d'essais en grand sur la recarburation des aciers à rails et du métal Thomas soudant, etc., qu'il permet d'opérer sans avoir recours aux décarburants manganésés. M. Thielen fait enfin remarquer qu'il suffit d'ajouter à cet acier Darby 0,04 p. 100 environ d'aluminium pour le transformer en un métal extrêmement compact, excellent pour la fabrication des bandages.

Voici d'ailleurs textuellement les conclusions du mémoire de M. Thielen, qui n'ont soulevé aucune objection des métallurgistes présents à sa communication :

1° Pour le procédé basique Bessemer-Thomas, la carburation Darby s'opère presque sans scories riches en oxydes et en acide phosphorique. Elle procède donc avec certitude et presque sans rephosphoration : on peut la prolonger à toute teneur sans addition correspondante de manganèse. On réalise, en se passant de spiegel, une économie considérable.

2° Dans le procédé Bessemer ordinaire, la carburation Darby a lieu jusqu'aux teneurs les plus élevées avec beaucoup plus de sûreté que par le spiegel, et sans l'augmentation de la teneur en manganèse corrélative à l'emploi du spiegel, dont la suppression réalise une économie considérable.

3° Dans le procédé sur sole, acide ou basique, on réalise à peu près les mêmes avantages que pour le Bessemer ordinaire ou basique, en évitant presque totalement la dépense du spiegel ou du ferro-silicium. La combinaison du procédé Darby avec le travail basique au réverbère permet de produire un acier comparable, pour beaucoup d'usages industriels, à l'acier au creuset. On produit aussi, de cette manière, un métal qui sera dans l'avenir, avantageusement employé comme matière première pour la fabrication de l'acier au creuset.

Pour apprécier l'économie résultant de la suppression du spiegel, considérons, par exemple, la fabrication d'un acier pour rails résistant à 50 kilogr. par millimètre carré : il faudra dépenser au procédé basique simple Thomas, pour une charge de 9 tonnes à 9 tonnes et demie :

Spiegel (riche de 10 à 12 p. 100).	600 kilog.
Ferro-manganèse (riche de 60 à 65 p. 100).	80 —

Avec le procédé Darby, cette dépense se réduit à :

Spiegel.	0 kilog.
Ferro-manganèse.	80 —
Coke.	60 —

Il en serait de même avec un métal Bessemer ordinaire.

Avec le procédé basique ordinaire sur sole, il faudrait, pour 10 tonnes de ce même métal, dépenser 250 kilogr. de spiegel et 80 kilogr. de ferro-manganèse, dépense qui se réduirait, par l'adoption du procédé Darby, à 12 kilogr. de ferro-manganèse et 50 kilogr. de coke.

En dehors du procédé de recarburation que nous venons de décrire, M. Darby a récemment proposé une nouvelle constitution de la charge des fours à réverbère pour le procédé basique, permettant de réduire considérablement l'usure des soles (1). Dans le procédé basique au four à réverbère, on emploie ordinairement de la chaux ou du calcaire pour rendre la scorie basique : il en résulte une scorie renfermant 12 à 14 p. 100 d'acide phosphorique et un excès de chaux très nuisible au garnissage réfractaire des fours et des cheminées, rampants, etc.

(1) Brevet anglais 5667, de 1889.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Darby propose, afin d'éviter presque totalement l'emploi de la chaux, de la remplacer par un remploi des scories des opérations précédentes. Par exemple, pour une charge de 10 tonnes, renfermant 7 tonnes de fonte phosphoreuse et 3 tonnes de riblons, il ajoute d'abord 500 kil. environ de scories, puis, après fusion, encore 500 kil. de scories avec, s'il le faut, un peu de chaux, jusqu'à la purification du métal; mais il n'est que rarement nécessaire d'ajouter de la chaux, parce que la scorie est à l'origine suffisamment basique. La scorie définitive de ce bain est naturellement plus phosphatée que celle des bains ordinaires à la chaux.

BIOGRAPHIE

NOTICE SUR ÉD. PHILLIPS, PAR M. H. LÉAUTÉ (1)

La mécanique appliquée est intermédiaire entre la mécanique rationnelle et la mécanique pratique. La première, ne considérant que des êtres fictifs, à propriétés précises et simples, admet l'entière rigueur des considérations mathématiques. La seconde, s'occupant des corps naturels, à propriétés souvent mal définies, peu connues et toujours complexes, s'interdit toute conception théorique et ne relève que de l'expérience. Entre elles, participant de l'une et de l'autre, utilisant à la fois les enseignements des deux, appliquant les ressources de l'analyse en même temps que les résultats expérimentaux, se place la mécanique appliquée.

Son développement est de date récente et, pour en trouver l'origine, il suffit de remonter à moins d'un siècle. Elle apparaît avec la physique mathématique, et ces deux sciences, nées au même moment, se constituent simultanément; leur marche pendant plus de cinquante ans est parallèle et les mémoires de Prony, de Navier, de Poncelet, de Coriolis et de Clapeyron sont contemporains des mémoires de Laplace, de Fourier, d'Ampère, de Poisson et de Cauchy.

Ce n'est point là l'effet du hasard; une raison supérieure préside à ce parallélisme; la mécanique appliquée et la physique mathématique ont plus d'un point commun. Abordant les questions dans le même esprit, usant des mêmes procédés, chacune d'elles met en œuvre les méthodes des mathématiques pures après avoir fait des hypothèses simplificatives qui en permettent l'application et chacune d'elles, en raison même de ces hypothèses, doit recourir à l'expérience pour vérifier les résultats obtenus.

La mécanique appliquée trouve d'ailleurs souvent dans la physique mathé-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 17 novembre 1890.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

matique un point de départ et un appui ; elles se rencontrent dans de nombreuses questions et ne se séparent guère nettement que par le but poursuivi. La physique mathématique a pour objectif dernier la recherche de la constitution intime des corps et des lois qui la régissent ; la mécanique appliquée, au contraire, laisse systématiquement de côté cette constitution et donne simplement aux praticiens des règles rationnelles pour l'édification de leurs constructions ou l'agencement de leurs machines.

Cette différence de but explique la différence d'éclat des deux sciences. La physique mathématique s'attaque à des questions d'un caractère élevé ; la mécanique appliquée traite des sujets plus modestes, aussi ardus peut-être, mais qui n'ont pas le prestige des grands problèmes de la philosophie naturelle.

C'est une science difficile, toute de mesure, capable de fournir, en des mains habiles, de précieux résultats, mais exigeant de ceux qui s'y consacrent des qualités toutes spéciales.

Il ne leur suffit pas, en effet, de posséder toutes les connaissances théoriques nécessaires pour établir les équations, les transformer, les discuter ou les résoudre ; il ne leur suffit pas d'être en mesure de diriger les expériences pour obtenir des coefficients, apprécier des grandeurs relatives de termes ou vérifier des conclusions ; il leur faut encore distinguer au préalable dans chaque phénomène le point important et la voie à suivre ; ne jamais perdre de vue, au milieu de la complication des calculs, le but à atteindre ; se rendre compte du champ d'exactitude des formules obtenues ; démêler ce qui est négligeable et ce qui ne l'est pas ; raisonner juste, enfin, tout en cessant de calculer avec rigueur.

Ces qualités si rares, Phillips les avait à un haut degré ; aussi a-t-il laissé une œuvre importante qui préservera son nom de l'oubli.

Édouard Phillips est né à Paris le 21 mai 1821 ; son père était Anglais, sa mère Française ; il voulut être Français et le devint après sa réception à l'École Polytechnique. Dès le premier classement, il obtint le second rang ; ce fut celui qu'il garda. Le major de la promotion était Rivot, que de beaux travaux de docimasie allaient bientôt faire connaître.

Une amitié profonde, que la mort seule devait rompre, unit, dès leur rencontre, les deux jeunes gens ; ils sortirent tous deux de l'école dans le corps des mines, vécurent pendant plusieurs années dans une grande intimité et publièrent, en 1847, un premier travail que Dufrénoy et Pelouze jugèrent digne d'un rapport à l'Académie.

C'était un mémoire de chimie minérale ; il s'agissait de la métallurgie du cuivre. Quelques années auparavant, un industriel anglais avait eu l'idée de griller les pyrites cuivreuses, puis de soumettre la masse, pendant sa fusion même, à l'action d'un courant voltaïque conduit, d'une part, par la sole en graphite et, de l'autre, par une plaque de fonte suspendue à la surface du bain.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé avait attiré l'attention et de nombreux essais, infructueux d'ailleurs, avaient été faits pour le rendre économique ; Phillips et Rivot reprennent la question et, après de longues recherches, reconnaissent que, dans ce traitement, le fer seul a une action et que le courant n'y fait rien ; ils sont ainsi conduits à modifier la méthode et parviennent à l'améliorer en adoptant comme réducteurs, le charbon avant ou pendant la fusion, le fer pour la période consécutive.

Ces expériences présentaient de l'intérêt, non seulement par les résultats industriels qu'elles pouvaient fournir, mais surtout par l'étude qui y était faite de l'action d'un courant énergique sur le sulfure et le silicate de cuivre fondus au rouge. Les deux jeunes ingénieurs avaient compris que cette électrolyse par fusion ignée, pour être sans résultat dans le cas actuel, n'en constituait pas moins une idée d'avenir ; les progrès auxquels nous assistons, en ce moment même, dans la métallurgie de l'aluminium, leur donnent raison.

Au cours de leurs essais, ils avaient été conduits à examiner les éléments minéraux dont on garnit les creusets et à rechercher la conductibilité électrique des principales roches à haute température. Les résultats qu'ils obtinrent constituèrent leur second et dernier travail en commun.

Phillips, en effet, venait de trouver sa voie ; il avait été chargé, en 1849, de la surveillance du matériel au chemin de fer de l'Est ; cette nouvelle fonction, en lui offrant de nombreuses questions à traiter, décida de ses goûts ; il laissa Rivot poursuivre sa brillante et trop courte carrière, abandonna sans retour la chimie et se consacra uniquement à la mécanique.

Sa première œuvre dans cette direction fut importante ; il parvint à résoudre l'un des problèmes intéressants soulevés par l'exploitation des voies ferrées, le problème des ressorts. Jusqu'alors, les constructeurs ne possédaient, sur ce sujet, aucune règle certaine et précise. Navier avait donné jadis quelques formules relatives à la résistance des poutres superposées ; on avait, plus récemment, publié une application timide du calcul aux ressorts composés de feuilles d'égale épaisseur ; mais, en réalité, pour le cas général, tout était à faire et, dans les diverses connaissances de la pratique, les ingénieurs en étaient réduits, pour ces appareils, aux tâtonnements.

Phillips, à l'aide d'une analyse délicate, soutenue et confirmée par des expériences prolongées, obtient la solution complète ; il établit la théorie générale et montre que les équations différentielles s'intègrent, quel que soit le profit de chacune des feuilles ; puis, se préoccupant des applications, il simplifie les formules auxquelles il est parvenu, les ramène de l'expression très compliquée qu'elles ont tout d'abord à une forme propre au calcul, et arrive ainsi à des règles applicables à tous les cas, qu'il s'agisse de ressorts de suspension, de traction ou de choc.

Cette théorie le conduit à imaginer un type nouveau pour la suspension, le ressort à auxiliaires ; il se compose de deux parties distinctes, savoir d'un dispo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sitif ordinaire à feuilles d'épaisseurs égales qui fonctionne seul dans les charges habituelles et jouit de la flexibilité voulue, puis, au-dessus, d'une ou plusieurs feuilles auxiliaires, d'épaisseur plus grande que les premières, divergeant d'avec celles-ci, ne se mettant en contact avec elles que lorsque la charge dépasse sa limite normale maxima et procurant alors à l'ensemble la résistance absolue demandée.

Ce nouveau système présentait de réels avantages pour les wagons à marchandises et pour les tenders ; il fut immédiatement adopté par toutes les Compagnies. D'ailleurs les règles de Phillips furent acceptées, sans hésitation, dans les ateliers et, un an après son travail, on pouvait dire que tous les ressorts étaient construits d'après les principes qu'il avait donnés.

C'était là un brillant début ; Phillips avait trente ans et son nom était déjà connu dans l'industrie des chemins de fer ; le mémoire publié l'année suivante allait encore augmenter cette notoriété.

Il s'agissait cette fois de la coulisse de Stephenson. Cet ingénieux mécanisme qui, permettant de faire varier, dans certaines limites, la position relative du tiroir et du piston, donne ainsi le moyen, soit de modifier l'admission ou la détente selon les besoins, soit même de réaliser le changement de marche, était devenu d'un usage universel pour les locomotives ; mais l'on ignorait toutes les relations qui lient ses divers éléments à la distribution et à l'échappement. Les constructeurs avaient, dans leurs magasins, une série de modèles correspondant aux diverses circonstances de marche et, pour réaliser des conditions données, ils procédaient par approximation, sans méthode, sans règles précises. Certains essais de théorie avaient été faits et n'avaient pas donné de résultats. De fort habiles géomètres avaient reculé devant le nombre des inconnues.

Phillips a l'idée d'utiliser les propriétés bien connues des centres instantanés de rotation et il arrive ainsi, d'une façon presque immédiate, à des équations intégrales, à des formules simples, d'une application facile.

Sa solution est si claire, si lumineuse, elle paraît si peu compliquée, qu'on est tenté de croire qu'il était simple de l'obtenir. Il faut se reporter aux tentatives infructueuses qui l'ont précédée pour en comprendre la difficulté et en apprécier le mérite.

A ce moment de la vie de Phillips, les travaux scientifiques se succèdent sans interruption ; chaque année des mémoires importants sont publiés, des problèmes intéressants résolus. Préoccupé de plus en plus des questions relatives aux voies ferrées, il va résoudre l'une des plus difficiles d'entre elles et montrer, par une œuvre éclatante, que, chez lui, l'ingénieur est doublé d'un analyste profond et sagace.

Les ponts métalliques, exposés aux vibrations que produisent les passages rapides et répétés de trains d'un poids considérable, avaient donné lieu à de nom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

breux accidents ; calculés pour supporter, dans de bonnes conditions, des charges à l'état statique, ils avaient présenté souvent une résistance insuffisante pour les charges en mouvement ; la vitesse du convoi semblait, par les forces dues à l'inertie qui y correspondent, jouer un rôle capital.

Le gouvernement anglais, justement ému par l'intérêt pratique de ce vaste sujet d'études, avait constitué une commission spéciale qui, pendant les années 1848 et 1849, avait accumulé, sous la direction de Willis, des expériences nombreuses. Malheureusement, ces expériences, exécutées dans des conditions différentes de celles des applications ordinaires, sur des barres de masses trop faibles par rapport aux corps en mouvement, avaient été plus curieuses qu'utiles et avaient plutôt servi à mettre en lumière des influences nouvelles qu'à en permettre la mesure. D'autre part, les recherches théoriques n'avaient pas été très loin. Willis, tenant compte uniquement de l'inertie du poids mobile, avait trouvé l'équation différentielle de la trajectoire de ce poids ; Stokes avait intégré cette équation et calculé, dans ces conditions, les flèches aux divers points ; puis, ayant ainsi traité le cas fictif où la masse du pont est négligeable vis-à-vis de celle de la charge roulante, il avait examiné le cas opposé où le convoi est supposé de masse très faible par rapport à celle de la poutre. Ces circonstances extrêmes comprennent celles que l'on veut étudier, mais leur étude, pour si intéressante qu'elle soit, ne saurait conduire à des conclusions pratiques suffisamment motivées. Phillips aborde le problème directement et sans faire d'autre hypothèse que de supposer la masse mobile concentrée en un point.

Dans tous les cas, aussi bien pour la poutre reposant librement sur deux appuis que pour la poutre encastrée aux extrémités, il obtient une équation aux différences partielles du quatrième ordre tout à fait analogue à celle qui régit les vibrations transversales des verges élastiques. Puis, employant une méthode approchée qui lui est propre, il satisfait à cette équation en exprimant l'inconnue par une série ordonnée, suivant les puissances entières de l'abscisse et dont les coefficients sont fonctions du temps. Cette solution, disait de Saint-Venant, se distingue par la hardiesse des expédients, et le savant géomètre n'admettait pas qu'elle fût justifiée. La critique a sa raison d'être. Il n'est ni évident, ni même vrai que l'inconnue puisse se représenter ainsi et Phillips, sans en être effrayé, s'en aperçut bien. Quand il voulut écrire la condition initiale de l'immobilité de la poutre, il ne le put pas ; toutes les constantes étaient déterminées avant d'en arriver là ; il dut se contenter de prouver, ce qui lui suffisait d'ailleurs, que les mouvements vibratoires résultant d'ébranlements initiaux étaient, dans les limites des applications, sans influence sensible.

Cette objection ne diminue pas la valeur de ce beau mémoire ; elle ne touche même en rien au degré d'exactitude pratique de ses conclusions. Au point de vue mathématique, de Saint-Venant avait raison ; au point de vue de la mécanique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appliquée, Phillips était dans son droit ; il n'étudiait pas la question théorique des vibrations dues à une masse mobile, mais bien le problème du passage d'un train sur un pont. La différence de but explique et fait disparaître la contradiction.

D'ailleurs, à trente-cinq ans de distance, ce travail reste le dernier mot de la question ; on n'a pas été plus avant. Les recherches de M. Renaudot, dans lesquelles la charge roulante occupe une certaine longueur de la poutre, reproduisent l'analyse de Phillips, et celles de Bresse, sur le convoi indéfini qui entre par un bout du pont et sort par l'autre, présentaient beaucoup moins de difficulté en raison de l'état permanent qui s'établit.

Les résultats de Phillips ne passèrent pas inaperçus et Combes, dans un rapport très développé, en fit ressortir, devant l'Académie, l'importance et le mérite.

Quelques années après, dans le même ordre d'idées, un mémoire fort intéressant, mais à conséquences pratiques plus éloignées, devait avoir moins de bonheur et, pendant vingt ans, rester peu connu. C'était cependant une œuvre de valeur.

Il traitait des problèmes de mécanique dans lesquels les conditions imposées aux extrémités des corps sont des fonctions données du temps. La question était vaste ; la théorie de la chaleur, celle de l'élasticité, la mécanique pratique elle-même en fournissent de nombreux exemples.

Certains cas particuliers avaient, du reste, été déjà étudiés. Duhamel, dans deux beaux mémoires, avait appliqué le principe de la superposition des petits mouvements, pour des cas analogues, soit à la détermination de la propagation calorifique dans les corps, soit aux vibrations d'un système de points matériels. Phillips indique deux nouveaux procédés. Le premier est une extension de la solution sous forme finie, due à d'Alembert, du problème des cordes vibrantes ; il s'applique aux questions dans lesquelles l'équation aux différences partielles est du même type. Le deuxième consiste à ramener la question au cas bien connu où les conditions aux extrémités sont fixes au lieu d'être fonctions du temps ; il suppose que ces fonctions sont d'une certaine forme, mais cette forme est, heureusement, celle que l'on rencontre le plus souvent dans les machines.

Ce mémoire, digne d'attention, resta presque ignoré ; il le serait peut-être encore si, en 1882, une circonstance heureuse ne l'avait tiré de l'oubli. MM. Sebert et Hugoniot étudiant, pour les bouches à feu, les effets du tir sur les affûts et voulant appliquer le calcul à certains mouvements ondulatoires que leurs appareils enregistreurs leur avaient révélés, furent amenés, sans connaître les conclusions de Phillips, à une solution très voisine de la sienne ; la rectification que, mieux informés, ils firent ensuite, mit en lumière ce travail trop oublié et en fit apprécier l'intérêt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas, d'ailleurs, le seul des écrits de Phillips, que sa modestie laissa trop dans l'ombre; il parlait quelquefois, dans l'intimité, de deux notes, peu connues, sur l'équilibre et le mouvement des solides élastiques semblables; ces notes, auxquelles il attachait du prix, contenaient, en effet, une idée ingénieuse. Pour déterminer, dans un grand nombre de cas, à l'aide d'expériences faites sur des modèles en petit, les résultats relatifs à la résistance et à la déformation de corps semblables, mais à dimensions plus fortes, il proposait de suspendre ces modèles de façon convenable, de leur communiquer une rotation uniforme à vitesse déterminée et de remplacer ainsi l'action de la pesanteur par celle de la force centrifuge.

Nous ne pouvons songer à parler ici de tous les travaux qui, dans l'œuvre de Phillips, mériteraient d'être cités; le nombre en est grand; ceux qu'il a publiés sur le choc des corps solides en tenant compte du frottement, sur le principe de la moindre action et le principe de d'Alembert dans le mouvement relatif, sur la théorie mécanique de la chaleur, etc., portent tous la marque de cet esprit ingénieux et clair; mais il nous reste à exposer les recherches qui ont à peu près rempli la dernière partie de sa vie, celles qui, devenues classiques, ayant donné lieu à d'innombrables applications, ont rendu son nom célèbre dans le monde industriel, celles enfin qui constituent son œuvre capitale : ses recherches de chronométrie.

C'est en 1858 que Phillips fit la connaissance de l'horloger Jacob, bien connu dans la chronométrie de précision. Celui-ci lui parla du spiral réglant, lui montra l'importance pratique que présentait son étude et lui suggéra l'idée d'y appliquer le calcul.

Une question fondamentale se présentait en effet. Réaliser dans les appareils portatifs qui servent à mesurer le temps une précision comparable à celle des horloges fixes. Or, pour ces dernières, l'exactitude obtenue tient à l'emploi du pendule et à l'isochronisme des petites oscillations. Pour les montres, où le spiral imaginé par Huygens remplace le pendule, il fallait trouver un moyen d'assurer l'isochronisme.

On savait déjà par des expériences de Pierre Le Roy que dans tout ressort plié en hélice il existe une certaine longueur correspondant à des durées égales pour les grandes et les petites oscillations; on connaissait un mémoire fort intéressant de Ferdinand Berthoud, remontant à près d'un siècle, dans lequel il était arrivé à formuler quelques règles généralement admises; on avait essayé enfin, à de nombreuses reprises, de résoudre la question en donnant aux extrémités du spiral une forme notablement différente de la forme hélicoïdale, mais on ne possédait pas de procédé certain pour atteindre le but cherché.

L'extrême complication de forme du ressort spiral semblait d'ailleurs rendre son étude fort difficile; Philipps, cependant, l'aborde par la théorie de l'élasticité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il part de ce principe que, si l'on construit le spiral de telle sorte que le moment de son action soit, à tout instant, proportionnel à l'angle d'écart du balancier, les oscillations sont certainement isochrones; puis il démontre que ce résultat peut être produit de deux façons, soit en annulant les pressions latérales exercées sur l'axe du balancier, soit en plaçant le centre de gravité du spiral sur cet axe et l'y maintenant pendant la durée du mouvement. Le premier procédé n'exige des courbes terminales qu'une condition très simple, relative à leur centre de gravité, et il se trouve qu'alors le second est vérifié. Ainsi, ces deux manières d'assurer l'isochronisme, si différentes en apparence, rentrent l'une dans l'autre et se réalisent en même temps, d'une infinité de manières, par la forme des courbes terminales.

La théorie de Phillips fut immédiatement appliquée de tous côtés, et l'horlogerie adopta ses tracés, mis par lui à la portée des praticiens dans un manuel élémentaire. Rarement succès scientifique fut plus rapide et plus éclatant. Tous les concours de chronomètres mirent en évidence l'incontestable supériorité des courbes indiquées, et l'on peut dire que de cette découverte datent les progrès les plus décisifs de l'horlogerie de précision.

Philipps étend son analyse aux diverses formes de spiraux et montre, dans une longue série de Mémoires, que, pour tous, pour les ressorts sphériques comme pour les coniques, pour ceux qui sont en double cône aussi bien que pour ceux qui sont enroulés sur une surface de révolution, ses conclusions sont applicables. Une fois entré ainsi dans la voie des recherches chronométriques, les questions se succèdent nombreuses et variées; nous ne pouvons mentionner que les plus importantes.

On sait en quoi consistent les deux épreuves que les horlogers appellent le réglage en position et l'observation de la différence du plat au pendu. Cette dernière a pour effet de faire varier les amplitudes, c'est un essai d'isochronisme du spiral; l'autre est une vérification de l'équilibrage du balancier. Il ne suffit pas, pour la régularité de marche, que le spiral soit isochrone, il faut encore que le balancier lui-même soit bien centré et qu'ainsi son mouvement soit indépendant de la pesanteur. On parvenait approximativement au résultat, dans la pratique, en ôtant du poids au balancier de côté qui, placé vers le bas, donnait de l'avance; mais ce procédé n'était applicable qu'aux arcs d'amplitude modérée. Phillips traite la question par le calcul et en donne la solution complète. Il trouve, pour les oscillations moyennes, la règle des constructeurs, et montre que, pour les grandes, cette règle doit être appliquée en sens inverse. Son travail est d'un haut intérêt analytique. L'intégration par les séries ne lui ayant rien donné, en raison de la divergence des séries qu'il rencontre, il emploie pour la première fois, en Mécanique appliquée, la méthode de variation des constantes, si féconde en Mécanique céleste. Bientôt après, d'ailleurs, il a l'occasion de l'appliquer à un autre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

problème. La théorie de l'isochronisme suppose invariable le moment d'inertie du balancier; or, pour parer à l'influence des changements de température, les horlogers compensent les dilatations du balancier, celle du spiral et les variations d'élasticité de ce dernier par l'emploi des lames bimétalliques; mais ces dernières, pour être sensibles, doivent être minces; de là, aux grandes vitesses angulaires, des déformations qui altèrent d'autant plus le moment d'inertie que les amplitudes sont plus considérables. Phillips calcule la grandeur de ces déformations, détermine leur influence sur la durée des oscillations, établit que le spiral théoriquement isochrone ne l'est, en fait, qu'avec des balanciers légers et de petites dimensions; la pratique confirma complètement ses résultats.

Il fut alors conduit à étudier la compensation des températures. Les horlogers, procédant par tâtonnements, réalisent l'égalité de marche aux températures extrêmes; mais l'expérience a prouvé que cette égalité ne s'étend pas aux températures intermédiaires; il reste ce qu'on appelle l'*erreur secondaire*. Yvon-Villarceau avait établi une théorie de la compensation; malheureusement, la complication de ses formules avait découragé les praticiens. Phillips reprend la question au point de vue spécial de la correction de l'erreur secondaire; il arrive ainsi à montrer l'influence prépondérante de la nature des métaux qui forment le balancier et, surtout, le spiral; il appelle l'attention à ce point de vue sur les propriétés de l'alliage de palladium et voit ses prévisions justifiées par les essais nombreux qui sont faits de toutes parts.

La théorie du spiral réglant établit une relation très simple entre la durée des oscillations, le moment d'inertie du balancier, la longueur et le moment élastique du spiral; cette relation permet donc de calculer le coefficient d'élasticité d'une substance quelconque, pourvu qu'on puisse l'étirer en fil et la façonner en hélice à courbes théoriques. D'autre part, on a aussi une équation entre le moment élastique du spiral et le moment de la force nécessaire pour le maintenir à un écart donné de sa position d'équilibre. De là deux procédés pour la détermination des coefficients d'élasticité, procédés très pratiques, susceptibles d'être employés dans les recherches les plus délicates, car ils donnent une grande précision et n'exigent qu'une petite quantité de matière.

Pendant les trente dernières années de sa vie et au milieu d'autres travaux, Phillips poursuivit, sans jamais les perdre de vue, ses recherches de chronométrie; en 1886, il avait entrepris à l'Observatoire des expériences prolongées sur un système propre à rendre isochrones les oscillations du pendule pour des angles variant de 1° à 5°; le Mémoire contenant les résultats était fait, il n'a pas été publié.

Phillips est mort le 14 décembre 1889, alors que rien ne faisait prévoir cette fin si rapide; peut-être les fatigues excessives qui lui furent imposées durant les derniers six mois par les examens de sortie à l'École Polytechnique et par les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

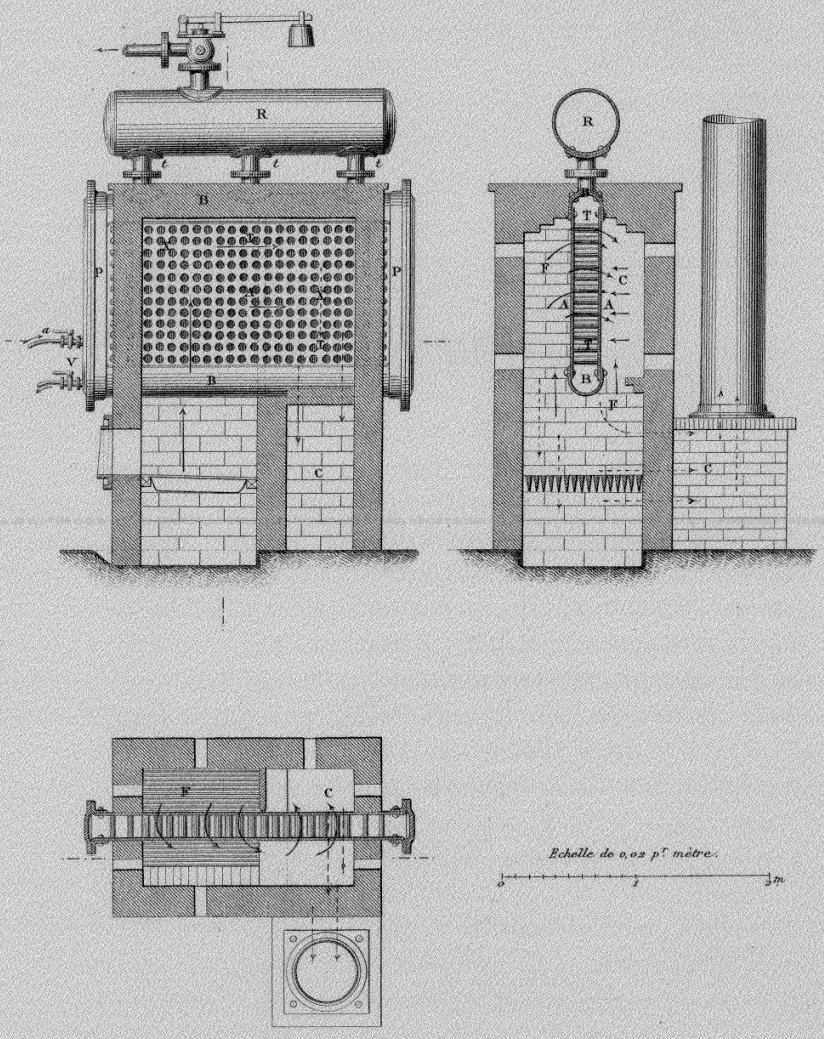
présidences successives du Jury de la Mécanique à l'Exposition universelle, du Congrès de Chronométrie, du Congrès de la Mécanique appliquée, peuvent-ils expliquer cette catastrophe.

C'est que Phillips ne savait pas remplir une fonction sans s'y consacrer avec ardeur; toute sa vie, en toutes circonstances, il a été un homme de devoir. Dans les diverses places qu'il a occupées, dans ses travaux d'ingénieur, dans ses écrits scientifiques, dans ses cours, dans ses examens, il a montré toujours la plus scrupuleuse conscience; ses recherches en témoignent; il ne les publiait d'ordinaire qu'après avoir, pendant une longue période, réuni des expériences pour en vérifier les résultats; jamais satisfait de lui-même et toujours disposé à l'être des autres, incapable d'appeler l'attention sur ses travaux, mais prêt en toute occasion à mettre en lumière ceux de ses élèves, il a été le type parfait du savant sincère bienveillant et modeste; il laisse avec une œuvre considérable, dont certaines parties sont de premier ordre, le souvenir d'un esprit éminent, d'un professeur remarquable et d'un homme de bien.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 27033.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Taneur, Paris.

Léon Chaumont del. et sc.

CHAUDIÈRE LE MOAL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. FÉVRIER 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

PHOTOGRAPHIE

COMMUNICATIONS ET RAPPORTS FAITS PAR M. DAVANNE SUR LES APPLICATIONS ET LES PROCÉDÉS ACTUELS DE LA PHOTOGRAPHIE.

MESSIEURS,

Je dois commencer par m'excuser du long retard que j'ai mis à m'acquitter de la tâche qui m'avait été confiée; des événements tout personnels m'avaient tenu éloigné des travaux de la Société, en outre je me suis aperçu que les divers rapports que j'avais à faire se reliaient à un ensemble sur lequel il était nécessaire d'appeler l'attention; la photographie, en effet, depuis une dizaine d'années et par suite des découvertes acquises, a transformé ses procédés, elle a subi une évolution nouvelle et est parvenue à une rapidité inespérée de l'action lumineuse. Pour que les rapports que j'avais à faire pussent être logiquement insérés au *Bulletin*, il fallait donner aux lecteurs quelques explications, quelques développements que jusqu'ici ils n'y pouvaient trouver; ce n'était donc qu'après avoir passé rapidement en revue les progrès photographiques des dernières années que je devais aborder l'examen des communications particulières qui en étaient la conséquence.

Le cadre s'élargissait à mesure que je m'attardais et je n'osais plus entreprendre ce travail, quand M. le Président me fit l'honneur de m'y inviter. Ce préambule vous explique pourquoi j'ai tant tardé, et pourquoi ma communication sera forcément un peu longue.

La marche de la photographie est caractérisée par trois grandes évolutions.

Je ne parlerai ni de la première, celle de la plaque daguerrienne, ni de la seconde, qui est celle du collodion et de ses dérivés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La troisième période est celle dans laquelle nous sommes actuellement : elle est caractérisée par l'emploi exclusif du gélatino-bromure d'argent et l'abandon de tous les autres procédés négatifs.

Par ses qualités la nouvelle préparation justifie cette préférence : elle offre aux opérateurs une sensibilité inespérée, elle permet l'emploi de surfaces sèches dont le temps de conservation est encore indéterminé, mais qui, d'après les essais, dépasse quatre années, elle se prête à des applications impossibles avant ce progrès et elle a développé de nouvelles industries.

Cette méthode, bien que remontant à une dizaine d'années; n'a pas encore été résumée devant vous : je vais m'efforcer de le faire le plus brièvement possible.

Ainsi que je viens de le dire, cette évolution est caractérisée par l'emploi exclusif du bromure d'argent précipité à l'état d'émulsion dans la gélatine, et on se demande, non sans quelque étonnement, pourquoi il a fallu cinquante années pour arriver à ce procédé, alors que dès le début de la plaque iodurée de Daguerre l'intime parenté de l'iode et du brome était depuis longtemps reconnue et que, dès 1841, Claudet, en Angleterre, MM. Fizeau et Foucault, en France, et des opérateurs américains recommandaient l'adjonction du brome ou des préparations bromées pour parfaire la sensibilisation des plaques iodurées; on obtenait ainsi une rapidité plus grande et une action moins limitée dans les rayons du spectre.

Le mélange d'iodure et de bromure continua avec les transformations diverses de la photographie et ce fut seulement en 1864 que le major Russell, faisant connaître son procédé, dit au tannin, conseilla d'abandonner complètement les préparations iodurées et d'employer uniquement le bromure d'argent; il indiquait aussi l'emploi de l'acide pyrogallique mélangé à une solution alcaline; toutefois on était encore loin de la rapidité d'impression actuelle, et de 1864 à 1878 on assiste à l'éclosion de formules indécises dont le principe est bien l'emploi du bromure d'argent sans iodure, mais le plus souvent additionné de correctifs ou préservatifs destinés à prévenir le voile général de l'épreuve, mais dont l'action était en même temps d'atténuer la sensibilité.

C'est qu'en effet le bromure d'argent est le plus sensible à la lumière de tous les corps connus, ainsi que l'a constaté Stas, l'éminent chimiste belge, dans des recherches toutes scientifiques; et deux causes intervenaient qui le plus souvent amenaient le voile général de l'épreuve : c'était lorsque l'opérateur photographe voulait se servir du bromure d'argent seul, l'action de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la lumière jaune que l'on employait encore et dont on ne se méfiait pas assez, et, je crois, un détail de préparation dont on ne reconnut que plus tard la nécessité : pour que le bromure d'argent conserve sa sensibilité sans être voilé spontanément par les agents réducteurs, il faut qu'il soit précipité en présence d'un excès de bromure soluble; s'il y a eu excès de nitrate d'argent, malgré les lavages les plus soignés, il en reste probablement des traces par une sorte d'action de teinture et la préparation noircit sous les révélateurs sans qu'il y ait eu intervention de la lumière. Ainsi s'expliquent les insuccès qui suivirent les premières tentatives d'emploi du bromure d'argent seul, aussi bien sur les plaques daguerriennes que dans les préparations au collodion.

Si au contraire le bromure d'argent est précipité en présence d'un excès de bromure soluble, la sensibilité, qui est d'abord nulle, s'accroît à mesure que les lavages entraînent les dernières traces de bromure soluble et aucun voile général ne se produit.

Après nombre d'essais et de formules qui se succédèrent de 1871 à 1878, parmi lesquels on retrouve les émulsions de bromure d'argent au collodion ou à la gélatine, Bennett en Angleterre découvre et fait connaître le point principal, la possibilité d'arriver à une merveilleuse sensibilité par la maturation de l'émulsion de bromure d'argent dans la gélatine, maturation, c'est-à-dire sensibilité toujours croissante, que l'on obtient en traitant le produit dans une complète obscurité soit par la chaleur, soit par l'abandon pendant plusieurs jours, soit par l'action des alcalis; le bromure d'argent subit une action moléculaire dont on peut apprécier la marche en examinant à la lumière transmise une couche mince du produit, dont la coloration d'abord orangée tourne au bleu très clair; il a acquis alors une sensibilité extraordinaire et est bon à couler sur les plaques. La préparation faite dans un milieu faiblement éclairé par la lumière rouge est refroidie, divisée en très petites masses, bien lavée, liquéfiée, coulée sur les feuilles de verre, puis séchée dans l'obscurité absolue.

Ce sont les plaques préparées d'après ces principes avec une grande habileté par les fabricants, qui sont maintenant universellement employées en photographie. La sensibilité est telle qu'on arrive à obtenir une épreuve en $\frac{1}{5000}$ de seconde : or, si nous voulons comprendre ce que peut être le cinq-millième d'une seconde, nous dirons que la proportion est la même entre une seconde et une heure et demie. Cette sensibilité permet de prendre des épreuves instantanément même avec des lumières artificielles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais il ne suffisait pas d'être en possession de surfaces d'une exquise sensibilité à l'action de sa lumière, il fallait des agents capables de révéler ces impressions rapides et les recherches se sont portées de ce côté; aux anciennes solutions de sulfate de fer ou d'acide pyrogallique employés du temps du collodion, on a substitué l'oxalate de fer dissous dans l'oxalate neutre de potasse, l'acide pyrogallique additionné de sulfite de soude et d'un alcali ou d'un carbonate alcalin; l'acide pyrogallique a été suppléé, dans des conditions identiques, par l'hydroquinone, par l'iconogène. On a proposé également la pyrocatéchine, la résorcine, le chlorure d'hydroxylamine et il n'est pas douteux que la chimie photographique ne s'enrichisse bientôt d'autres corps réducteurs pouvant jouer le même rôle.

Les conséquences de ce progrès considérable ne se firent pas attendre, l'industrie s'empara de la préparation des plaques dont la conservation assurait la vente, et de véritables usines se fondèrent en Belgique sous l'impulsion de Van Monckhoven, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Autriche; les plaques sensibles furent fabriquées mécaniquement et il y a des usines de France qui chaque jour préparent huit à dix mille plaques du format de $0^m,13 \times 0^m,18$ ou l'équivalent en surface; la Belgique, l'Angleterre, l'Allemagne en fabriquent aussi des quantités énormes. Pour consommer ces plaques, il faut des produits chimiques, des chambres noires, des objectifs et on comprend qu'il résulte de cet ensemble un mouvement d'affaires considérable, l'occupation d'un nombreux personnel, une importante industrie qui demande avec quelque raison d'avoir voix consultative dans toutes les questions qui l'intéressent.

A côté de la question industrielle et commerciale qui a une importance réelle, il en est une plus élevée, celle qui touche aux sciences et aux arts dont la photographie facilite les progrès en leur apportant son concours; elle a ouvert la voie à des recherches nouvelles, parmi lesquelles nous citerons celles qui sont l'objet des rapports que je vais avoir l'honneur de vous présenter, et nous rappellerons ensuite l'aide donnée par la photographie à l'observation des astres, à la confection de la carte du ciel, à l'étude des microbes, à celui des mouvements chez l'homme et chez les animaux, et la facilité avec laquelle elle permet d'obtenir des épreuves instantanées de tous genres qui fixent sur la plaque des scènes prises sur le vif, des phénomènes naturels, des documents variés que les artistes ne pourraient acquérir par aucun autre moyen.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur la* PHOTOGRAPHIE SANS OBJECTIF *de* M. MÉHEUX *et de* M. COLSON, *capitaine du génie.*

Par une application assez originale de la grande sensibilité des préparations, les progrès de la photographie nous font remonter à 330 années en arrière, à 1560, et nous ramènent à la chambre noire primitive de Della Porta donnant, par un trou fait dans un volet et, sur le plan opposé à ce volet, une image renversée des objets qui lui font face. Cette chambre noire primitive serait la perfection si elle joignait aux qualités qu'elle possède, celles des chambres à objectif; en effet, M. Méheux, dans sa communication faite en 1886 à la Société d'Encouragement et à la Société de Photographie, et M. Colson, capitaine du génie, dans une savante brochure postérieure sur la photographie sans objectif et dans un mémoire sur les lois qui régissent ce phénomène, ont expliqué que l'image obtenue a une netteté relative identique pour les premiers et derniers plans : on peut en modifier la dimension sans changer de place, en faisant seulement varier l'espace entre l'ouverture et la paroi opposée; l'angle embrassé comprend facilement un quart d'horizon et même 100°. Les images se trouvent à leur place géométrique et ne présentent aucune déformation, puisque les rayons lumineux n'éprouvent aucune déviation.

Malheureusement cette image, qui serait parfaite si elle était suffisamment nette et si elle était assez lumineuse pour donner une impression rapide, rencontre des impossibilités dans l'exécution pour ces deux derniers points. Si l'ouverture est assez grande pour donner une image assez lumineuse, elle l'est trop pour donner une image nette; avec une ouverture plus petite on obtient une netteté relative, mais avec une lumière si faible qu'il eût été impossible, avant les méthodes actuelles, de produire une épreuve; si on cherche une netteté plus grande en diminuant trop le diamètre du trou, on se heurte aux phénomènes de diffraction et le flou s'accentue comme l'a indiqué M. Méheux dans sa communication du 7 mai 1886.

M. Méheux eut le premier l'idée de revenir à cette chambre primitive et il montra que, grâce à la grande sensibilité des plaques au gélatino-bromure d'argent, on pouvait remplacer l'objectif par un simple trou pourvu qu'on n'arrivât pas à la diffraction et produire en quelques secondes des images très présentables; les images obtenues se prêtent peu à l'agrandissement; pourtant nous allons en montrer une dont la projection vous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prouve que, vue à distance sur l'écran, on obtient des effets remarquables; il insista sur les services que pouvait rendre ce procédé dans un grand nombre de circonstances. Pour réussir, il faut que le trou percé dans une plaque de métal soit de forme très largement conique, à bords tranchants et sans stries, tel qu'on peut l'obtenir en évasant d'abord la place au moyen d'une mèche et en terminant l'ouverture avec une fine aiguille. L'angle considérable que l'on peut embrasser permet de faire avec un faible recul la reproduction de monuments très élevés, tout en observant le parallélisme nécessaire; si, en voyage, par perte ou par accident, on est privé de son objectif, on peut encore obtenir des épreuves suffisamment complètes comme documents ou comme souvenirs, avec un simple trou d'aiguille fait dans un corps opaque.

Une question assez délicate s'est présentée et a été étudiée par M. Colson (1) : les rayons lumineux qui passent par le trou sans objectif ont-ils un foyer, c'est-à-dire forment-ils sur un plan plus ou moins éloigné une image ayant un maximum de netteté?

Sans entrer dans les explications théoriques que M. Colson a exposées dans son mémoire, je mentionnerai seulement la relation qu'il prouve exister entre le diamètre des ouvertures et ce qu'on pourrait appeler leur longueur focale, c'est-à-dire l'écart entre le trou et l'image présentant le maximum de netteté, relation donnée ci-dessous :

Pour une ouverture de	$\frac{3}{10}$	de millimètre le maximum de netteté est à	$0^m,08$
— —	$\frac{4}{10}$	. . . . .	$0^m,20$
— —	$\frac{5}{10}$	. . . . .	$0^m,30$
— —	$\frac{6}{10}$	. . . . .	$0^m,44$
— —	$\frac{7}{10}$	. . . . .	$0^m,61$
— —	$\frac{9}{10}$	. . . . .	1^m »
— —	$1^{mm},50$	. . . . .	3^m »

Comme démonstration, il suffit de regarder la série d'épreuves d'un même monument exécutées par lui à la même distance avec des ouvertures variant dans les données ci-dessus, et on constate que la courbe de netteté

(1) Gauthier-Villars, éditeur, 1887. *La Photographie sans objectif*, par E. Colson, capitaine du génie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

correspond aux mesures indiquées. Dans la pratique, la chambre noire sans objectif peut être utilisée pour les vues panoramiques, pour la topographie, pour les vues stéréoscopiques, même pour certaines vues artistiques auxquelles le flou prête plus d'harmonie dans l'effet général.

MM. Dehors et Deslandes ont construit, sur les indications ci-dessus, sous le nom de sténopé-photographique, une série d'appareils dont je vous présente quelques modèles et qui peuvent s'adapter sur toutes les chambres noires.

Les temps de pose sont évidemment un peu longs et très variables suivant l'ouverture et la distance de l'écran toutefois; avec de bonnes plaques ordinaires, une ouverture de $0^{mm},3$, un écart de $0^{m},85$, la pose n'excède pas 10 secondes pour une vue de paysage au soleil.

Il est encore assez curieux de voir comment ce manque de netteté peut être utilisé. On demanderait à tort à ce procédé une reproduction de gravure; mais lorsqu'on fait l'essai, la gravure se trouve transformée en une image à teintes délicatement fondues qui se rapproche presque d'une épreuve sur nature, c'est le renversement du problème qui cherche à faire de l'épreuve sur nature une épreuve de traits; ajoutons que ce moyen de détruire les traits de la gravure peut rendre de réels services quand on veut traduire celle-ci en chromolithographie.

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur la* PHOTOGRAPHIE EN BALLON *de* M. GASTON TISSANDIER.

M. Gaston Tissandier, qui a fait de l'aérostation une étude toute spéciale, a publié sous ce titre : *la Photographie en ballon*, une très intéressante brochure (1) dans laquelle il résume l'historique des essais qui se sont succédé pour utiliser la photographie dans les ascensions et les résultats auxquels on est parvenu.

L'honneur de la première tentative dans cette voie revient incontestablement à M. Nadar père, dont les idées originales et hardies semblaient alors paradoxales parce qu'elles arrivaient avant l'heure.

Ce fut en 1858 qu'il répondit à l'axiome photographique : « Ne bougeons

(1) Gauthier-Villars, éditeur, 1886.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus », par une installation de ses appareils photographiques dans la nacelle d'un ballon; comme il s'en fut dans les catacombes et les égouts, loin de la lumière solaire, prendre d'intéressantes épreuves au moyen des lumières artificielles.

Avec une ténacité que ne découragèrent pas les premiers insuccès, il emportait dans son voyage aérien le matériel compliqué des préparations au collodion humide, tout était contre lui, les gaz dégagés par l'aérostat, le déplacement incessant du ballon, la lenteur relative des plaques sensibles, et pourtant il put obtenir en 1859 une première épreuve prise d'un ballon maintenu par ses aides, épreuve insuffisante il est vrai, mais la démonstration était faite; ce fut seulement dix ans plus tard, en 1869, qu'il fit une épreuve assez nette de l'arc de triomphe et des quartiers environnants, en utilisant le ballon captif de M. Giffard. Cette image fit éclore le rêve d'un arpentage général de la ville de Paris par cette méthode nouvelle de vues photographiques prises d'un ballon captif, mais ce ne fut qu'un rêve; il fut démontré que cette application était difficile en l'espèce, parce que l'étendue de terrain que ces plans pouvaient embrasser, était trop limitée; dans une communication toute récente (17 novembre 1890) faite à l'Académie des sciences, M. le colonel Laussedat a expliqué que l'emploi des aérostats et même des cerfs-volants munis d'appareils photographiques permet de résoudre le problème de la restitution des plans au moyen de vues photographiques. M. Laussedat est le premier qui, dès 1859, avait proposé d'appliquer la photographie au levé des plans et combiné l'appareil permettant d'arriver à ce résultat. Cette méthode *si simple*, conclut-il, dépend naturellement de la précision des données que les perfectionnements des instruments enregistreurs rendront de plus en plus exactes; elle semble appelée à rendre de grands services à l'art des reconnaissances. Ce qui était contesté en 1869 est devenu une vérité.

D'autres essais pratiques de photographie aérostatique furent faits en 1862 par les Américains lors de leur grande guerre de sécession; ils tirèrent un excellent parti des renseignements qu'une armée reçoit par les ballons libres ou captifs; l'emploi de la photographie ne fut pas négligé; avec son aide, avec les plans qu'elle avait donnés, avec les renseignements envoyés à chaque instant par le fil électrique qui reliait le ballon à la terre, le général Mac Clellan remporta à Richemond une complète victoire sur les armées du Sud.

En 1878, M. Dagron renouvela les expériences de photographie aérienne au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyen du second ballon captif de M. Giffard et, un an plus tard, M. Triboulet hasarda les premières tentatives dans un ballon absolument libre. On commençait alors à posséder ces plaques sèches au gélatino-bromure d'argent de grande sensibilité; on avait créé des obturateurs mécaniques pour ouvrir et fermer presque instantanément l'objectif et M. Triboulet, du haut de sa nacelle, avait réussi à prendre dans de bonnes conditions deux épreuves au-dessus de l'observatoire de Paris; mais survient un violent orage, la pluie surcharge le ballon, le fait descendre dans Paris au-dessus de la Seine que la nacelle ne tarde pas à effleurer; des mariniers ramènent au bord de la berge aéronaute et aérostat, tout était sauf, mais M. Triboulet se réjouissait trop vite, il avait compté sans les employés de l'octroi accourus pour protester contre cette entrée dans Paris sans subir la visite : ils inspectèrent toute la nacelle, ouvrirent tous les objets, y compris les châssis, et ainsi par cet excès de zèle administratif ou de curiosité imposée, furent perdus les préparatifs coûteux, les dangers courus, l'énergie et le savoir dépensés.

Hâtons-nous de dire qu'il n'en est plus ainsi et, grâce à l'administration supérieure mieux informée, le passage des glaces sensibles par les frontières et l'examen, s'il y a lieu, se font dans des conditions qui en assurent à peu près la conservation.

A partir de 1880, les essais de photographie aérostatique se succèdent rapidement : M. Paul Desmaret construit un outillage perfectionné; il fait à Rouen une ascension de laquelle il rapporte deux bons clichés; en 1881 M. Shabolt, en Angleterre, obtient des épreuves tout à fait remarquables, aussi fines aussi détaillées que si elles eussent été exécutées sur une base immobile. Cette même année, M. Triboulet essaie un nouveau mode d'opérer : dans une nacelle spéciale il installe sept appareils; l'un au centre regardant verticalement la terre, les six autres autour de la nacelle à égale distance et regardant l'horizon. Ces objectifs de même foyer sont fermés chacun par un obturateur à déclenchement électrique et simultané, relié à la terre par un fil spécial; le ballon captif peut ainsi monter dans l'air sans aéronaute et lorsqu'il est amené au point voulu, il suffit d'un contact pour faire fonctionner à la fois les sept appareils; les épreuves obtenues dans ce premier essai étaient encore un peu floues, mais elles présentaient cependant des résultats d'un grand intérêt.

Un succès plus complet était réservé en 1885 à M. Gaston Tissandier et à son jeune compagnon de voyage, M. J. Ducom; tous deux s'élevèrent au-dessus de Paris, le 19 juin 1885. M. Ducom donna tous ses soins aux manipu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lations photographiques, M. G. Tissandier s'occupait de la direction et des autres recherches; plusieurs épreuves furent obtenues pendant ce voyage, entre autres celle qui illustre la brochure de M. Tissandier; prise au-dessus de l'île Saint-Louis à 600 mètres d'altitude, cette épreuve montre un plan parfait de cette partie de la ville de Paris et la projection faite devant vous en est une reproduction.

Les essais rendus plus faciles par l'expérience acquise se multiplient. M. Pinard les renouvelle à Nantes dans une ascension faite le 14 juillet 1885, et il obtient de bons clichés du format de $0,18 \times 0,24$, les plus grands réussis jusqu'alors dans ces conditions.

Il y avait lieu désormais de compter avec la photographie aérostatique; divers gouvernements s'en émurent au point de vue militaire, le général russe Boreskoff chargea M. Weddel de faire à ce sujet des ascensions à Paris; dans une ascension opérée le 12 octobre 1885, M. Weddel prit une série de photographies, il passa au-dessus du fort de Vincennes. L'épreuve qu'il rapporta, dit M. G. Tissandier, montre les fossés, les portes, les ponts; c'est un véritable plan. Donc, lorsqu'une ville est assiégée, si l'armée assiégeante la fait traverser par un ballon libre, l'aéronaute pourra saisir tous les détails de la défense, à la condition d'être hors de portée des projectiles ennemis.

Des essais du même genre se continuent avec succès à l'usine aérostatique militaire de Chalais-Meudon, M. le commandant du génie Fribourg y a participé et a produit de très bons clichés; mais ici les renseignements nous manquent, et nous nous ferions un scrupule de les demander et encore plus de les rapporter. Mentionnons, toutefois, un excellent article du commandant Fribourg, paru en 1887 dans la *Revue du Cercle militaire*, dont les conclusions sont que la photographie en ballon libre constitue le moyen de reconnaissance le plus simple pour une armée assiégeante, qu'elle peut encore être utile en ballon captif pour les deux adversaires dans une guerre de siège, mais qu'elle sera difficilement employée avec efficacité pour les armées en campagne, tant que l'on ne sera pas maître de la direction. La photographie est prête; aux aéronautes de la conduire.

Postérieurement à la publication de son ouvrage, M. G. Tissandier continue ses expériences. M. P. Nadar fils l'accompagne dans deux voyages aériens, le 2 et le 8 juillet 1886, et exécute des photographies qui ne laissent rien à désirer et dont je vous montre par projections trois spécimens.

Le premier est la vue verticale, prise au-dessus du palais, du parc de Ver-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sailles, à 800 mètres d'altitude, le 2 juillet 1886. Les deux autres vues ont été prises le 8 juillet 1886, l'une à 1100 mètres au-dessus du parc de Saint-Maur, l'autre à 700 mètres au-dessus de Champigny.

Nous trouvons encore dans l'ouvrage de M. G. Tissandier la mention d'essais faits à Montmartre par M. Cassé, directeur de l'observatoire Gruby, avec de très petits ballons captifs capables d'enlever seulement une légère chambre noire; le déclenchement de l'obturateur est commandé par une simple mèche brûlant dans un espace de temps déterminé; à la fin de la combustion, l'arrêt du ressort est détruit, l'obturateur se détend, l'épreuve est faite et une petite banderole de papier, se détachant dans l'air, indique la fin de l'opération.

Dans cette rapide analyse du très intéressant ouvrage de M. G. Tissandier, je n'ai pas donné la description des procédés employés : ce qui m'eût entraîné beaucoup trop loin. Les personnes intéressées la trouveront dans la brochure.

Je ne puis quitter ce sujet sans mentionner une brochure parue récemment (1890) dans la collection d'ouvrages photographiques de MM. Gauthier-Villars et intitulée *la Photographie aérienne par cerf-volant*, par M. Arthur Batut : c'est en quelque sorte la suite des petits ballons libres que M. Cassé fait partir de l'observatoire de Montmartre.

M. Batut est déjà connu de la Société : c'est lui qui a présenté cette application si originale de la photographie à la reproduction du type d'une famille, d'une tribu ou d'une race; dans son ouvrage, il donne la description des moyens et appareils employés par lui pour la réalisation de son idée et pour la confection des cerfs-volants, et il montre un spécimen d'une épreuve obtenue : il est donc entré dans la voie pratique.

Après avoir expliqué les avantages d'un appareil construit ainsi sans frais, M. Batut entre minutieusement dans tous les détails de la construction, y compris celle d'une chambre noire automatique très légère dont l'obturateur peut être déclenché par une mèche allumée; il explique qu'il est possible d'arriver à des hauteurs de plus en plus considérables en associant un second cerf-volant, puis un troisième, au premier, d'après la méthode de M. Colladon qui a pu atteindre ainsi une altitude de 900 mètres.

Par une série d'inventions plus ingénieuses les unes que les autres, il donne le moyen de connaître exactement la hauteur barométrique au moment du déclenchement, la distance séparant l'appareil de l'opérateur, le point au-dessus duquel se trouve l'appareil, et il conclut en dénombrant les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombreuses circonstances dans lesquelles son appareil peut être utilisé; telles sont : le levé de plan de certains points inaccessibles, celui des rigoles tracées pour l'agriculture, la constatation des taches phylloxériques, l'état des limites entre les héritages et les chemins de service, et une application de la méthode de M. Laussedat au levé rapide d'un terrain.

La communication récente de M. le colonel Laussedat à l'Académie des sciences est venue justifier les espérances de M. Batut.

Rapport *fait par* M. Davanne, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur l'*obturateur *de* MM. Londe et Dessoudeix.

La grande sensibilité des plaques au gélatino-bromure d'argent, en permettant de réduire la pose à des centièmes, même à des millièmes de seconde, a rendu impossible de faire à la main l'ouverture et la fermeture de l'objectif : il a été nécessaire de créer des instruments nouveaux, des obturateurs mécaniques.

Ces instruments sont si nombreux, la forme et la disposition en sont si variées qu'il serait trop long d'en faire même la simple énumération; ils peuvent être divisés en deux catégories : ceux construits dans un but spécial, pour une recherche déterminée, nous n'avons pas à nous en occuper, ils font partie de l'outillage agencé pour cette recherche, et ceux destinés à des opérations photographiques quelconques; le nombre de ces derniers est très grand, nous nous bornerons à indiquer, d'une manière générale, quel devrait être, selon nous, le rôle que doit remplir un obturateur de ce genre et à examiner comment celui inventé et construit par MM. Londe et Dessoudeix remplit les conditions demandées.

L'obturateur idéal serait celui qui, fonctionnant en un temps très court, remplirait les mêmes fonctions que la main quand, ôtant vivement le bouchon d'un objectif, elle laisse poser le temps voulu et replace le bouchon; on utilise ainsi tout ce que l'objectif peut donner, et l'admission plus ou moins large de la lumière est réglée par les diaphragmes : supposons, par exemple, que la pose doive durer une minute, on peut évaluer à moins d'une seconde le temps d'ouverture, autant pour la fermeture et plus de 58 secondes de pleine pose.

Nous n'avons pas pensé que pour les poses rapides on puisse jamais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arriver à un semblable idéal; mais nous croyons devoir dire que le plus souvent il a été complètement oublié et lorsqu'on s'est efforcé d'arriver au maximum de rapidité dans le fonctionnement, on a négligé la pleine pose qui est nulle et complètement absorbée par les temps d'ouverture et de fermeture; une disposition donnant un temps de pleine pose, ne fût-il que du quart du fonctionnement général, permettrait d'accélérer la vitesse de l'obturateur, puisque pendant cette fraction du temps on utiliserait tout ce que l'objectif peut donner de lumière.

L'obturateur doit encore obéir à d'autres conditions et permettre de faire varier la vitesse selon les sujets à photographier, de passer facilement du maximum de rapidité qui ne donnera peut-être qu'un document, au minimum qui donnera une épreuve complète, d'arrêter à volonté entre l'ouverture et la fermeture pour poser tout le temps que l'on juge nécessaire.

L'obturateur présenté par MM. Londe et Dessoudeix, s'il n'est pas encore l'idéal désiré, remplit ces diverses conditions, excepté la première : il ne donne pas la pleine pose; mais je crois savoir que ce problème est l'objet de tentatives nouvelles dont les résultats vous seront présentés prochainement.

Leur obturateur actuel se compose d'une boîte en métal, ou en bois, qui se place entre les deux lentilles d'un objectif double, ou derrière un objectif simple; à l'extérieur existent deux manettes et une olive reliée par un tube à une poire en caoutchouc, ces organes commandent toute la manœuvre. La manette supérieure arme l'appareil, celle qui est au-dessous règle la vitesse, la poire de caoutchouc sert à opérer le déclenchement; une ouverture proportionnée à la longueur focale de l'objectif laisse passer, en temps utile, les rayons lumineux qui vont former l'image. A l'intérieur, l'ouverture est tantôt masquée, tantôt démasquée par un demi-disque métallique présentant une ouverture en secteur et mû par un ressort à boudin en acier qui s'enroule sur son axe et qui peut être plus ou moins tendu par la manette extérieure de façon à modifier les vitesses selon les arrêts entre lesquels on place cette manette. Lorsqu'on la met au mot *pose*, une disposition intérieure fait avancer un butoir qui, au premier déclenchement, arrête le demi-disque à moitié de sa course, alors l'objectif reste ouvert; un second déclenchement recule le butoir, le demi-disque termine sa course et ferme l'objectif : on a donc ainsi un temps de pose facultatif. Cet obturateur, très bien construit, présente encore l'avantage d'avoir toutes les pièces interchangeables, numéro par numéro; il sera donc toujours facile de réparer un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

accident qui se présenterait. Cet obturateur, malgré son prix un peu élevé, vu les soins donnés à sa construction, est très généralement employé et des améliorations successives l'ont rendu de plus en plus pratique; M. Londe a bien voulu nous confier une série d'épreuves faites avec cet instrument, les projections faites devant vous montrent ce que l'on peut obtenir.

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur les* GLACES ET LES PAPIERS AU GÉLATINO-CHLORURE D'ARGENT *de* M. TONDEUR.

Le chlore est trop proche parent de l'iode et du brome pour qu'on ne fût pas certain à l'avance que les composés dérivés de ces corps, et entre autres les composés d'argent, ne présenteraient pas des réactions photographiques analogues.

Les propriétés photographiques du chlorure d'argent sont en effet presque les mêmes que celles de l'iodure et du bromure. L'impression lumineuse qu'il reçoit peut être rapide et invisible et se montrer sous l'action des agents révélateurs; elle peut apparaître, mais plus lentement, sous la seule action lumineuse sans l'emploi d'aucun réactif. La plupart des épreuves positives sont obtenues en utilisant cette dernière propriété, mais on avait rarement employé le chlorure d'argent pour l'impression rapide complétée par le développement.

Lorsque les procédés du gélatino-bromure d'argent furent substitués à tous les autres modes de préparation des plaques sensibles, l'attention fut appelée de nouveau sur la sensibilité latente du chlorure d'argent et on fabriqua des surfaces sensibles au gélatino-chlorure, surtout pour les épreuves positives sur verre destinées aux vitraux ou aux projections.

M. Tondeur est le premier qui fit en France cette préparation d'une manière industrielle, et il a livré au commerce des glaces et des papiers au gélatino-chlorure d'argent qui ont donné d'excellents résultats.

Il suffit que cette surface sensible formée d'une émulsion de chlorure d'argent dans la gélatine soit exposée pendant quelques secondes à la lumière diffuse ou pendant quelques minutes à la lumière d'une lampe pour qu'en la plongeant dans une solution d'oxalate de fer dans l'oxalate de potasse additionnée d'un peu de bromure soluble, l'image apparaisse avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une couleur qui varie du rose rouge au noir suivant la concentration du bain et le temps du développement; l'épreuve est ensuite lavée, fixée, lavée de nouveau, et séchée comme à l'ordinaire.

Très souvent les positives pour projections sont obtenues avec les mêmes glaces et les mêmes réactifs que les épreuves négatives, mais elles n'ont pas la richesse de teintes que donnent les plaques au gélatino-chlorure, telles que celles dont je vous montre ici quelques spécimens obtenus avec les produits de M. Tondeur.

PHOTOGRAPHIES INSTANTANÉES ET PHOTOGRAPHIES CÉLESTES.

Malgré la longueur de cette communication, je demanderai encore quelques instants d'attention; les explications que j'ai données à la Société sur l'extrême sensibilité du gélatino-bromure d'argent m'amènent à parler des nouvelles applications de la photographie. Cette rapidité d'impression permet d'analyser, de séparer des mouvements que notre œil confond. C'est ainsi que M. le docteur Marey vient de présenter à l'Institut ses dernières recherches de photochronographie : avec un appareil de son invention d'une précision merveilleuse, il arrive à obtenir dans l'espace d'une seconde jusqu'à 50 images successives d'un homme ou d'un animal en mouvement, et cela sur une même pellicule qui se déroule dans l'appareil et s'arrête chaque fois juste le temps nécessaire pour recevoir l'impression. Il a montré ainsi les positions successives et réelles d'un cheval au trot, d'une leçon de boxe, d'un homme sautant au-dessus d'une chaise, etc., épreuves précieuses pour le savant, et aussi pour l'artiste qui peut y relever exactement toutes les positions.

A côté de ces recherches du docteur Marey, nous pouvons montrer des images qui présentent une valeur documentaire et quelquefois un charme de souvenir et d'humour : ainsi je fais passer devant vos yeux une série d'épreuves relevées dans les circonstances les plus diverses par M. Audra, par M. Londe et par quelques amateurs.

La surface photographique possède des qualités qui la rendent supérieure à notre œil dans diverses circonstances : tandis que la persistance d'impression sur la rétine dure environ un dixième de seconde, puis s'efface et que les mouvements plus rapides se confondent pour notre vue, la surface photographique peut séparer, analyser ces mouvements et en conserver l'impression. De plus, notre œil ne peut voir les sujets trop faiblement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éclairés, l'action lumineuse ne s'accumule pas sur la rétine, et ce qui ne peut être vu en une seconde ne le sera pas davantage en une heure; au contraire, l'action lumineuse s'accumule sur les composés sensibles et l'impression qui paraît nulle en une seconde, en une minute, s'accentuera en une heure, en un jour, en un temps indéterminé : la photographie va donc pouvoir nous montrer ce que nos yeux ne peuvent voir, ce que nous pensions ne pas exister, et ouvrir un vaste champ à de nouvelles recherches.

L'illustre François Arago, dans son rapport sur le procédé de Daguerre, regrettait de ne pouvoir espérer que cette découverte pût jamais être appliquée à l'étude du Ciel. Cette étude est maintenant une des plus belles, peut-être la plus belle, des applications de la photographie.

Depuis longtemps déjà nous avons vu des photographies de la Lune et du Soleil, des épreuves d'éclipse et du passage de Vénus sur le Soleil; mais depuis quelques années le cadre s'est singulièrement agrandi : M. Janssen, avec un instrument spécialement disposé sur ses indications, s'est adonné à l'étude du Soleil, et il a bien voulu me prêter quelques-unes des épreuves qui résultent de ses travaux, et qui représentent l'aspect de la photosphère, celui des taches solaires; maintenant les études sont répétées journellement dans les divers observatoires du monde et il est possible d'enregistrer jour par jour les modifications qui se succèdent sur la surface solaire.

La sensibilité des plaques a permis de photographier les étoiles, même les nébuleuses. M. Common en Angleterre, M. Janssen à l'observatoire de Meudon, MM. Henry frères, astronomes de l'observatoire de Paris, ont photographié la nébuleuse d'Orion dont je fais projeter les épreuves devant vous.

La photographie des astres a donné de si beaux résultats que, sur l'initiative de M. l'amiral Mouchez, directeur de l'observatoire de Paris, les grandes nations réunies dans deux congrès successifs tenus à Paris ont décidé qu'une carte générale du Ciel serait dressée au moyen des clichés photographiques; MM. Henry frères, astronomes de l'observatoire de Paris, ont accepté la tâche de déterminer les données des appareils nécessaires et de les construire. Actuellement cette grande œuvre est entrée dans la période d'exécution, et voici la projection d'une série d'épreuves obtenues par ces savants astronomes et qu'ils ont eu l'obligeance de me confier pour vous les montrer ce soir.

Mais ici la photographie a donné plus qu'on ne lui demandait : il s'agissait d'obtenir l'image et la position des étoiles visibles soit à l'œil, soit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec les forts instruments; et voici que sur la plaque sensible se montrent des étoiles inconnues, des nébuleuses invisibles. Grâce à cette faculté d'accumulation de l'action lumineuse que possède la surface photographique, les étoiles que nos yeux ne peuvent voir se révèlent sur le cliché, lorsque le temps de pose est suffisamment prolongé et on pénètre de plus en plus dans les profondeurs du Ciel.

De l'infiniment grand à l'infiniment petit, la transition est tout indiquée et l'étude de ces êtres qui par leur rapide et incroyable multiplication sont les maîtres de notre santé et de notre fortune, n'est pas d'un intérêt moindre que celle des astres.

Si on remplace le télescope par le microscope, on prend connaissance d'un monde nouveau aussi vaste peut-être dans sa petitesse que le monde du Ciel dans son immensité. Le micrographe, réduit à ses seules ressources, ne nous en donnerait qu'une faible idée et ses dessins seraient toujours contestables; mais avec la photographie il prend l'image des microbes comme l'astronome prend celle des astres et il peut vulgariser ses travaux.

Grâce à l'obligeance de MM. Lumière frères, de Lyon, je puis faire projeter devant vous la reproduction en couleur de quelques-uns de ces microbes dont il est si souvent parlé. Tels sont le microbe de la fièvre typhoïde, celui du choléra trouvé par le docteur Koch, celui du tétanos ayant la forme de raquette, celui de la tuberculose, de l'anthrax, etc.

Par un artifice ingénieux, MM. Lumière ont pu donner à ces préparations les teintes dont se servent les micrographes pour leurs recherches histologiques. L'épreuve positive est faite sur une plaque de verre couverte de gélatine bichromatée, cette gélatine devient insoluble sous les parties transparentes du cliché; lorsqu'après l'exposition cette plaque est lavée, l'image presque invisible reste sur le support sous forme d'épaisseur variable de gélatine insoluble; si on plonge la plaque dans une solution fortement colorée, tout est teinté, mais, par un lavage attentif, on dégage les fonds et le sujet se dessine seul coloré assez fortement sur un milieu presque blanc. On peut, par une seconde immersion dans une teinture légère, obtenir une seconde coloration qui donne une harmonie générale.

Après ce trop long exposé, je termine, Messieurs, par une expérience intéressante que M. Londe, chef des travaux chimiques de la Salpêtrière, a bien voulu venir faire devant vous. Au commencement de la communication, vous avez été surpris par un éclair, par la combustion d'un peu de poudre de magnésium : cela a suffi pour que M. Londe obtînt l'image des membres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du bureau que l'on projette sur l'écran ; le temps relativement court qui s'est écoulé depuis cet éclair a été suffisant pour développer l'image, et pour en faire l'épreuve positive que vous voyez.

La lumière solaire, la lumière électrique ne sont donc plus nécessaires pour produire des clichés, l'éclair magnésique peut les remplacer et, avec des lampes au magnésium convenablement disposées, on reproduit les beautés souterraines, comme l'a fait M. Martel dans les grottes des Causses du Tarn, on photographie instantanément non seulement les décors, mais les scènes théâtrales, comme l'a fait M. Balagny, comme l'a exécuté M. Boyer au Théâtre-Français et au théâtre de l'Ambigu.

Permettez-moi, en terminant, de remercier avec vous M. Londe et M. Molteni du concours qu'ils ont bien voulu me prêter : M. Londe pour la réalisation de ses intéressantes expériences, M. Molteni pour les si nombreuses projections qui se sont succédé sous vos yeux.

Au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, je demande au Conseil de voter des remerciements à M. Méheux et à M. le capitaine du génie Colson, pour leur intéressante communication sur la photographie sans objectif; à M. Gaston Tissandier pour son étude sur l'ensemble de la photographie en ballon ; à MM. Londe et Dessoudeix pour la présentation de leur obturateur photographique; à M. Tondeur pour la présentation de ses glaces au gélatino-chlorure d'argent. Je prie en outre le Conseil de voter l'insertion au *Bulletin* des rapports sur ces divers sujets, en y comprenant la communication d'ensemble par laquelle j'ai cru devoir les relier.

Signé : A. DAVANNE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 19 *janvier* 1891.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. HIRSCH, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur* L'OBTURATEUR DE VAPEUR DIT A MOUVEMENT LOUVOYANT, *de* M. RAFFARD.

Notre collègue, M. Raffard, qui s'est déjà fait connaître par nombre d'inventions originales et ingénieuses, a été frappé, comme beaucoup d'autres, des oscillations si fatigantes que présente souvent l'éclat des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lampes à incandescence. Ces oscillations sont dues, comme on sait, aux variations de vitesse de la machine génératrice du courant, et leur course primordiale est en général l'irrégularité de la marche du moteur actionnant la dynamo. Souvent, en effet, le système régulateur de l'allure est paresseux et gêné dans son action par des frottements, d'où résultent des écarts notables de vitesse.

Lorsque le moteur est une machine à vapeur, le système régulateur se compose d'ordinaire d'un pendule conique, actionnant une valve, un papillon ou un autre organe mobile, disposé sur la conduite d'amenée de la vapeur, dont il étrangle plus ou moins le passage. Cet organe est monté sur un arbre, qui traverse à l'aide d'un presse-étoupe les parois de la conduite; il y a là des frottements irréguliers, bien connus de tous les praticiens, et dont l'importance dépend de facteurs essentiellement variables, tels que l'entartrement, le graissage plus ou moins abondant, le serrage plus ou moins énergique des diverses pièces et notamment du presse-étoupe, etc. Ces résistances irrégulières, qui peuvent aller jusqu'au grippement, sont d'autant plus funestes que les efforts produits par le pendule conique sont toujours très petits.

M. Raffard a cherché à s'affranchir de ces résistances ; à cet effet, il a donné à son obturateur la forme d'un tambour équilibré, ou d'une lanterne cylindrique, percée de trous et disposée à l'intérieur d'un cylindre, qui l'embrasse exactement et qui présente des ouvertures correspondantes, par lesquelles la vapeur est admise dans la boîte de distribution; la lanterne est gouvernée par le pendule conique et se déplace suivant son axe, de manière à étrangler plus ou moins les orifices de passage de la vapeur; ce sont là des dispositions bien connues et appliquées par plusieurs bonnes maisons de construction.

Ce qui fait l'originalité de l'invention de M. Raffard, c'est le procédé qu'il emploie pour supprimer les frottements. Sur l'axe de la lanterne, et en dehors du presse-étoupe, est fixée une poulie à gorge, sur laquelle passe un cordon de transmission actionné par l'arbre de couche, et qui imprime à tout le système un rapide mouvement de rotation ; dès lors tous les frottements se composent en couples sensiblement normaux à l'axe et l'appareil peut obéir sans résistance aux plus petits efforts agissant suivant cet axe.

Il convient de rappeler ici que le principe du système n'est pas absolument nouveau ; Eugène Bourdon, le savant et regretté ingénieur, l'inventeur du manomètre à tube métallique, l'avait déjà depuis longtemps appliqué dans une machine qu'il avait construite pour tarer les manomètres destinés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à mesurer les pressions élevées ; dans cette machine, la pression est mesurée à l'aide de la charge appliquée sur la tête d'un piston de presse hydraulique, et, pour annihiler les frottements des cuirs, il suffit d'imprimer à la presse, à l'aide d'engrenages, un mouvement de rotation autour de son axe ; cette machine est employée journellement dans les ateliers de M. Édouard Bourdon, le fils et le successeur de l'illustre inventeur, et sert à redresser les manomètres jusqu'à 1 000 kilogrammes par centimètre carré et au delà ; un exemplaire figurait à l'Exposition de 1889 ; et c'était un spectacle merveilleux

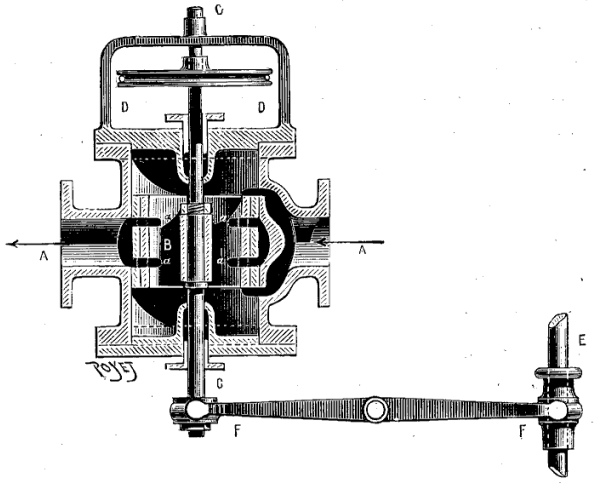


Fig. 1. — Obturateur à mouvement louvoyant de M. Raffard.

de voir avec quelle sensibilité cette balance hydraulique se mettait à osciller dès que la rotation commençait.

Hâtons-nous de dire qu'à l'époque où il imagina son appareil, M. Raffard ignorait complètement les travaux antérieurs de Bourdon sur un sujet analogue ; ces travaux d'ailleurs, par suite de l'extrême modestie de leur auteur, sont assez peu connus du public. M. Raffard a puisé son idée dans l'étude des *mouvements louvoyants* faits par M. Haton de la Goupillière dans son *Traité des mécanismes* (Paris, Gauthier-Villars, 1864, p. 391).

La nouvelle application que propose M. Raffard est certainement digne d'attention ; le système possède, entre autres avantages, celui de n'être plus exposé à se coller par l'oxydation. L'auteur prévoit l'application de son invention, non seulement aux machines à vapeur, mais aussi aux moteurs hydrauliques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Votre Comité estime qu'il y a lieu de remercier notre collègue de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport, avec figure sur bois et légende, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : J. HIRSCH, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *novembre* 1890.

LÉGENDE DE LA FIGURE REPRÉSENTANT L'OBTURATEUR DE VAPEUR DE M. RAFFARD

AA, Conduite d'amenée de vapeur;
B, Lanterne;
CC, Axe de la lanterne;
DD, Poulie actionnée par l'arbre de couche;
E, Arbre du régulateur;
FF, Commande de la lanterne par le régulateur;
a a a a, Orifices de passage de la vapeur.

COMMISSION SPÉCIALE

RAPPORT *fait par* M. J. HIRSCH, *au nom d'une commission spéciale, sur* L'UTILITÉ D'INSTITUER DES RECHERCHES SOUS LES AUSPICES DE LA SOCIÉTÉ.

MESSIEURS,

Dans le Comité secret que vous avez tenu le 13 décembre dernier, le Comité des arts chimiques vous a présenté une proposition tendant à ouvrir un crédit de 3000 francs pour l'institution d'expériences relatives aux combustibles et à la combustion. Tout en réservant dans votre budget les ressources nécessaires pour satisfaire au vœu du Comité des arts chimiques, vous avez décidé que la question de fond serait soumise à l'examen préalable d'une commission spéciale, que vous avez désignée à cet effet.

Cette Commission se compose de :

MM. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, président de la Société;
AIMÉ GÉRARD, CARNOT, LE CHATELIER, membres du Comité des arts chimiques;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. APPERT, membre du Comité des constructions et beaux-arts ;
BORDET, membre de la Commission des fonds ;
HIRSCH, membre du Comité des arts mécaniques ;
LAVOLLÉE, membre du Comité du commerce ;
MASCART, membre du Comité des arts économiques ;
TISSERAND membre du Comité d'agriculture.

En s'inspirant des vues qui ont été exprimées au cours de la séance du 13 décembre, la Commission a considéré que la mission qui lui a été confiée comporte deux questions bien distinctes : une question de principe et une question d'application à un cas particulier. Elle a estimé en conséquence qu'il y avait lieu de vous soumettre deux rapports séparés. J'ai l'honneur de vous présenter, en son nom, le rapport sur la question de principe.

Cette question peut se résumer comme il suit :

Convient-il que la Société prête son concours à des recherches et expériences? et, dans le cas de l'affirmative, sous quelles conditions et garanties ce concours doit-il être prêté?

Jusqu'ici l'appui que la Société donne aux chercheurs s'est manifesté sous une forme toute différente de celle qui est proposée ; si la Société récompense les inventions et les études, c'est seulement une fois ces travaux accomplis, c'est après qu'elle a pu en apprécier la valeur et le mérite. Mais aujourd'hui la question est tout autre : il s'agit de fournir des encouragements et des subventions à des recherches qui sont seulement en cours d'exécution, ou même, comme au cas actuel, à l'état de simple projet. Le concours de la Société changerait dès lors de nature ; elle s'écarterait de la tradition suivie et s'engagerait dans une voie tout à fait nouvelle. Il y a donc lieu d'agir avec circonspection, de voir jusqu'où l'on veut aller et de ne prendre aucune décision qui ne soit mûrement étudiée. C'est précisément dans ce but qu'avant de s'engager par une solution d'espèce, le Conseil a jugé utile de s'éclairer d'une manière plus générale par les délibérations d'une Commission.

Un grand nombre de Sociétés savantes procèdent, comme vous l'avez fait jusqu'ici, par voie de prix décernés, après coup, aux travaux et mémoires qui leur sont présentés, lesquels ont en vue, soit des sujets choisis par les candidats, soit des objets proposés par la Société elle-même; il suffira de citer les Académies de l'Institut et notamment l'Académie des Sciences. D'autres sociétés délivrent des subventions à des savants pour les aider au cours de leurs recherches, mais sans prendre une part active à l'exécution : c'est ainsi que procède l'Association française pour l'avancement des sciences.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin certaines sociétés entrent d'une manière plus effective dans les travaux exécutés sous leur patronage ; non seulement elles apportent des subventions en argent, mais encore elles suivent les expériences, en contrôlent les résultats, et les prennent, dans une certaine mesure, sous leur garantie. Il suffira de citer, comme exemples, la Société industrielle de Mulhouse et plusieurs de nos Associations de propriétaires d'appareils à vapeur.

C'est ce dernier mode de procéder qui, sans exclure d'ailleurs aucun des moyens d'encouragement usités jusqu'ici, est proposé à la Société.

Au point de vue de l'intérêt général de l'industrie, il présente des avantages certains, et dont l'expérience des sociétés que nous venons de citer a démontré la haute importance. En prenant une part active aux recherches projetées, en précisant les programmes, en dirigeant le travail, en contrôlant les expériences, une Société comme la nôtre ne peut manquer d'imprimer aux résultats obtenus un degré tout particulier d'authenticité et d'autorité. Comme influence sur le progrès général, c'est bien autre chose que nos récompenses ordinaires ; celles-ci sont attribuées à des travaux, toujours estimables sans doute, mais dont le Comité et le rapporteur lui-même ont été bien rarement en puissance de discuter les méthodes et de vérifier les chiffres. L'ingérence active de la Société aurait pour effet de communiquer un caractère tout autre aux travaux qu'elle consentirait à patronner ; ce caractère, c'est la *certitude :* un chiffre, un résultat deviendront certains, du jour où ils auront été obtenus sous les yeux des délégués de la Société, sous le contrôle de savants choisis par vous, dans votre sein, du jour où ils auront été publiés dans votre *Bulletin* sous le patronage de vos délégués, sous la garantie de leur compétence et de leur impartialité. Or, en matière de progrès scientifique ou industriel, la certitude est, de beaucoup, le facteur le plus efficace : les chiffres de Regnault, par ce seul fait qu'ils sont certains, sont à la base des plus grandes sciences de notre époque, et c'est en s'appuyant sur cette fondation solide que la mécanique, la chimie, la physique de la chaleur se sont, dans les dernières années, élevées si haut et si rapidement.

Malheureusement, des chiffres certains sont une denrée rare autant que précieuse ; notre littérature scientifique est encombrée de demi-certitudes, de quasi-démonstrations, de lois hypothétiques ; pratiquer quelques éclaircies à travers toutes ces broussailles, ce serait dégager singulièrement la marche des connaissances ; et on ne saurait mieux employer qu'à un pareil élagage l'activité et les ressources dont nous disposons.

La prospérité même de notre Société n'est pas sans être intéressée à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

question. On s'est plaint parfois, non sans quelque apparence de raison, que la Société d'Encouragement fût un peu trop honnête fille, qu'elle ne fît pas assez parler d'elle; son long et honorable passé répond suffisamment à cette critique; néanmoins on ne saurait dissimuler que notre façon de procéder ne soit plus ou moins passive; nous attendons, pour récompenser les travaux, qu'ils nous arrivent tout faits; cette attitude majestueuse convient bien à une Académie; mais la Société d'Encouragement a aussi son côté industriel, et, à ce titre, elle devrait faire preuve, peut-être, de plus d'activité; ce ne sont pas les ressources matérielles qui nous manquent, non plus que le dévouement de nos collègues, ni leur compétence, ni leur impartialité indiscutée; avec de tels appuis, une initiative plus hardie ne saurait amener que des résultats profitables à l'industrie, et utiles au bon renom et à la notoriété de notre Société.

Chaque fois qu'on cherche à rompre le cercle d'habitudes anciennes et à inaugurer des voies nouvelles, on rencontre des objections qui se soulèvent dès les premiers pas. Patronner des expériences, en contrôler les résultats, a-t-on dit, c'est, dans quelque mesure, en assumer la responsabilité, c'est aussi ouvrir la porte à certains abus. L'objection est fondée; elle s'applique également à tout ce qui agit, à tout ce qui produit; si l'on tient à supprimer toute responsabilité, toute crainte d'abus, il n'y a qu'un remède, et encore est-il loin d'être efficace, c'est l'immobilité, c'est le sommeil. Il y a là une loi à laquelle rien n'échappe : fatalement, la responsabilité s'élève en raison même de l'activité; mais en même temps aussi se développent les résultats; il va de soi, du reste, que les soins et la surveillance doivent grandir dans la même mesure.

Nous touchons ici au second point qu'avait à examiner votre Commission, à savoir : sous quelles conditions doit s'exercer l'ingérence de la Société?

Il ne peut être question, bien entendu, de règles précises et détaillées; la liberté du Conseil ne saurait être enchaînée; dans chaque cas particulier, il aura à se prononcer, après un examen approfondi et dans sa pleine et entière indépendance. La Commission a cherché seulement à indiquer une orientation générale qui permît de concilier le progrès que nous poursuivons et les intérêts de la Société.

En premier lieu, l'autorité des résultats à obtenir exige que les travaux soient exécutés sous la direction, le contrôle et la surveillance de la Société. A cet effet, le programme des travaux à exécuter serait élaboré et proposé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par le Comité compétent, lequel indiquerait, en outre, la personne à laquelle les travaux projetés devront être confiés, ainsi que les moyens d'exécution et les dépenses à faire. Le Conseil, s'il adopte ces propositions, désignerait en même temps des délégués pris dans son sein, et qui seraient chargés spécialement de la surveillance et du contrôle. Il va de soi d'ailleurs que l'honneur du travail serait réservé à celui qui l'aurait exécuté, ainsi que la responsabilité des résultats, responsabilité à laquelle il ne saurait échapper malgré la surveillance à laquelle il se sera soumis.

La publication du travail serait faite, s'il y a lieu, dans le *Bulletin* de la Société, sur la proposition du Comité compétent, saisi par les délégués.

La Société se réserverait, pour la publication, un droit de priorité.

L'auteur qui aurait travaillé dans les conditions ci-dessus définies, ne pourrait prendre aucun brevet pour les résultats dudit travail, sans l'autorisation de la Société.

Telles sont les seules règles générales que la Commission juge utile de recommander à votre attention.

En dehors de ces règles, chaque espèce devra être l'objet d'un examen attentif et de stipulations spéciales, propres à sauvegarder à la fois, et les intérêts de la Société, et, dans la juste mesure, l'indépendance de la personne qui travaillera sous ses auspices.

Dans ces conditions, la Commission considère que notre Société peut sans danger et avec profit entrer dans la voie qui lui est ouverte et tenter l'expérience proposée. Elle estime, en outre, qu'il peut y avoir un intérêt sérieux à publier le présent rapport dans le *Bulletin*.

Signé : J. Hirsch, *rapporteur.*

ARTS ÉCONOMIQUES

LES MOTEURS A GAZ DE GRANDE PUISSANCE. MOTEUR SIMPLEX, PAR M. A. WITZ.

Il y a trois périodes distinctes dans l'histoire du moteur à gaz : la première qui est la période d'invention, s'étend jusqu'en 1860 ; le moteur existait, mais il ne marchait pas. M. Lenoir a eu le mérite d'en tirer un travail régulier et continu et nous saluons en lui le créateur du moteur industriel ; mais ce moteur n'était et ne pouvait être qu'un auxiliaire de la petite industrie. Nous entrons aujour-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'hui dans une troisième période ; le moteur a grandi, en même temps qu'il s'est perfectionné, et les constructeurs abordent résolument les grandes puissances de 80 et 100 chevaux, avec l'arrière-pensée d'entrer en lutte avec la machine à vapeur. Cette évolution nouvelle d'une machine, qui a pour elle les promesses de la théorie, mérite d'attirer l'attention des ingénieurs et nous essaierons de caractériser nettement cette dernière phase de l'histoire du moteur à gaz.

Les moteurs appartiennent, par leur cycle, à quatre types bien déterminés ; ils sont à explosion, avec ou sans compression préalable, à combustion ou bien atmosphériques.

La fortune de ces types divers a été inégale ; grâce au génie inventif de Beau de Rochas et au savoir-faire d'Otto et de ses collaborateurs, c'est le moteur à quatre temps, avec explosion et compression, qui a prévalu. Or, une semblable machine paraissait condamnée à ne point dépasser une certaine dimension : ce qui eût été rationnel et prudent avec un moteur à combustion devenait souverainement illogique et audacieux pour un moteur, dans lequel une explosion brutale développe instantanément derrière le piston une pression énorme. Il s'agissait de conserver la douceur d'allure, la régularité de fonctionnement et la sécurité de marche dans les grands comme dans les petits moteurs : on y est parvenu par des prodiges d'ingéniosité, en faisant croître progressivement le diamètre des cylindres et le nombre des révolutions de la machine. Le premier moteur Otto avait un cylindre de 140^{mm}, et il donnait 2 chevaux au frein ; puis vinrent les moteurs de 4 chevaux, de 8 chevaux et de 12 chevaux, dont le cylindre ne dépassait pas 300^{mm} ; on monta enfin graduellement à 25 chevaux. Mais dès qu'il fallait obtenir des puissances plus considérables, on accouplait deux, voire même quatre cylindres ; on réalisait de la sorte plus facilement la régularité absolue de marche requise par certaines industries ; le moteur Otto de 100 chevaux, exposé en 1889 par la Compagnie française des moteurs à gaz, était à 4 cylindres. Enfin MM. Crossley de Manchester osèrent — c'est le mot — monter à 100 chevaux, par un seul cylindre ; on parla beaucoup de cette machine verticale, qui ne consommait, disait-on, que 420 litres par cheval-heure *indiqué*, mais il faut croire que le succès de cette tentative ne fut pas complet, car ce moteur ne s'est pas répandu et les catalogues de MM. Crossley ne le mentionnent plus. Nous ne connaissons actuellement de moteur monocylindrique de 100 chevaux indiqués que celui de MM. E. Delamare-Debouteville et L. Malandin, construit par la maison Powell de Rouen, sous le nom de *Simplex ;* il a fonctionné à l'Exposition sur la berge de la Seine, montrant à l'évidence qu'il n'y avait aucun danger, ni aucun inconvénient, à provoquer des explosions dans un cylindre de 575 millimètres de diamètre. Les remarquables dimensions de cette belle machine sont à signaler et nous réunissons les principales données de sa construction dans le tableau suivant :

Force nominale. . . . . 100 chevaux indiqués.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Diamètre du cylindre	575 millimètres.
Course	950 —
Vitesse de régime	100 révolutions.
Tuyau d'amenée de gaz	130 mill. de diamètre.
Compression initiale	6 kilog.
Diamètre des tourillons	240 millimètres.
Diamètre des volants	$3^{m},600$
Nombre de volants	2
Poids de chaque volant	3900 kilogrammes.

Ce moteur était alimenté au gaz Dowson, fourni par un gazogène de $0^{m},76$ de diamètre de cuve et de $1^{m},90$ de hauteur. Le prix élevé du gaz de ville semble en effet un obstacle insurmontable à l'emploi industriel des gros moteurs, alors même que le prix du gaz d'éclairage serait abaissé à 15 centimes, comme c'est le cas à Lille. C'est pourquoi l'on a d'abord essayé de marcher au gaz de houille fabriqué par le consommateur lui-même, à un prix toujours inférieur au précédent : cette solution, adoptée surtout en Allemagne, a donné d'heureux résultats. Voici notamment quelques chiffres qui nous ont été communiqués par un ingénieur, dont nous apprécions hautement la compétence : avec 100 kilog. de charbon, on obtient par distillation 30 mètres cubes de gaz, mais il reste, déduction faite du coke nécessaire pour le chauffage des cornues, 50 kilog. de coke pour la vente; ce coke équivaut, comme prix, à 56 kilog. de charbon, ce qui établit la consommation de charbon à 44 kilog. pour 30 mètres cubes de gaz, soit $44/30 = 1,47$ kilog. de houille pour 1000 litres de gaz. Un moteur consommant 650 litres de gaz par cheval-heure dépense donc 955 grammes de charbon par cheval et par heure, et il reste, au producteur, des goudrons et des eaux ammoniacales, dont quelquefois il trouve l'emploi ou la vente. L'usage des cornues à gaz conduisait donc déjà à une réduction de dépense notable ; mais les gaz à l'eau et surtout les gaz Dowson, qui sont des gaz pauvres, renfermant 50 à 60 pour 100 d'azote, ont donné des résultats meilleurs encore. Il est vrai qu'on ne réussit pas tout d'abord à fabriquer couramment un gaz d'une richesse constante, toujours également inflammable, entretenant une vitesse de marche suffisamment uniforme; mais on se mit à l'œuvre avec tant de courage et d'intelligence et l'on fit preuve surtout de tant de persévérance que les inconnues du problème furent dégagées l'une après l'autre et qu'on trouva la solution de chacune d'elles. On produit aujourd'hui 1000 litres de gaz Dowson, d'un pouvoir de 1 450 calories environ, par 250 grammes de charbon : il est vrai qu'il convient d'employer pour cela des charbons spéciaux, et que les houilles bitumineuses et collantes ne peuvent être utilisées, mais ce n'est pas un obstacle à l'usage industriel de ces appareils; de fait, la *Dowson Economic Gas C°* a déjà dépassé un total de 4 000 chevaux.

Les gros moteurs deviennent fort économiques par l'alimentation aux gaz pauvres ; les excellents résultats fournis, à Marseille, par un moteur de 50 che

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

installé chez M. Barataud, et desservi par un gazogène Lencauchez modifié par les chantiers de la Buire, en témoignent éloquemment, puisque ce moteur marche depuis plus de deux ans, jour et nuit, avec une consommation des plus réduites. Ce premier succès a engagé MM. Matter et C^ie^, successeurs de la maison Powell, à entreprendre des essais complets sur leur moteur de 100 chevaux ; ils nous ont fait l'honneur de nous en confier la direction. Notre objectif était de déterminer la consommation exacte de charbon par cheval-heure *effectif* et de constater la bonne marche industrielle de ce moteur : nous avons, à cet effet, procédé à Rouen à des expériences publiques, qui ont duré 68 heures, du 9 au 12 septembre. Du 9, à 7^h^ 30^m^ du soir, au 10, à 10^h^45^m^ du matin, soit pendant 15 heures et quart, le moteur a marché sans arrêt ; les autres jours, il nous a suffi d'un arrêt d'une demi-heure toutes les douze heures pour nettoyer la grille du gazogène et graisser la machine. Le frein à cordes dont nous nous sommes servi s'est prêté à merveille à l'exécution de ces essais prolongés, qu'on n'aurait pu poursuivre aussi longtemps par un frein ordinaire de Prony (1).

Voici les données relevées au cours d'un essai de 24 heures avec un seul arrêt de 30 minutes :

Durée de la marche	23^h^30 minutes.
Consommation d'anthracite	920 kilogr.
— de coke	171 —
— d'eau au gazogène	970 litres.
— — au scrubber	18330 litres.
— — au cylindre	89300 —
— d'huile au cylindre	6^k^,670 gr.
— de graisse	0^k^,800 gr.
Température du cylindre	43°,5
Température des gaz de la décharge	440°
Nombre total de révolutions	142157
Vitesse moyenne	100,8 tours.
Diamètre de la poulie de frein	1^m^,700
Diamètre des cordes	24 millim.
Charge totale du frein P	706 kilogr.
Décharge moyenne *p* au dynamomètre	78^k^,830
Charge effective P—*p*	627^k^,170
Travail effectif en chevaux de 75 kgms	175,86
Consommation d'anthracite par cheval-heure effectif	516 grammes.
— de coke	960 grammes.
Consommation totale de combustible	612 grammes.
— — d'eau	68^l^,687

(1) Notre frein se composait de plusieurs cordes embrassant la poulie ; elles étaient attachées d'une part à un point fixe, tandis que leur extrémité libre était tendue par un poids P déterminant l'adhérence. Pour faciliter le réglage du frein, nous avons attaché le bout fixe de la corde à un dynamomètre, dont on modifiait la tension *p* par une vis de serrage ; cette tension *p* est à décompter de la charge P du frein. Le travail est donc donné par le produit de (P—*p*) par la vitesse à la circonférence de la poulie motrice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Consommation totale d'huile	$3^{gr},74$ grammes
— — de graisse	$0^{k},45$
Travail indiqué au diagramme	109,9 chevaux.
Rendement mécanique du moteur	0,69
Consommation totale de gaz par heure	$190^{m3},920$
Pression atmosphérique	772 millimètres.
Température du gaz à l'entrée du moteur	21°,5
Consommation réduite à 0° et 760 millimètres	$179^{m3},760$
Consommation par cheval-heure effectif	2370 litres.
Pouvoir calorifique du gaz à 0° et 760 millimètres	1487 calories.

Les chiffres qui précèdent sont extraits de notre carnet d'expériences; ils suffisent pour nous permettre de caractériser la situation présente des moteurs à gaz de grande puissance, au double point de vue théorique et pratique.

Et d'abord établissons les rendements respectifs du gazogène et du moteur : estimons à 8 500 calories le pouvoir calorifique de notre anthracite, renfermant 5,4 p. 100 de cendres, et à 7 300, le pouvoir du coke employé, contenant 6 p. 100 de cendres. La chaleur disponible par cheval-heure effectif est par suite de :

8500	×	0,515	=	4386
7300	×	0,096	=	601
		TOTAL.		4987 calories.

Or, le gaz produit, à 0° et 760 millimètres, un volume de 2 370 litres, dont le pouvoir égale 0,237 × 1 487, soit 3 524 calories.

Le rendement du gazogène est donc de 70,6 p. 100, c'est celui d'une bonne chaudière.

Les calories disponibles par cheval-heure effectif étant de 3 524, le rendement du moteur est représenté par la fraction de 3 524/270 000, soit 18 p. 100.

Ce rendement n'a jamais été atteint par aucune machine à vapeur, mais on l'obtient couramment par des moteurs à gaz de faible puissance. Il est facile d'en faire la preuve : 2 370 litres de gaz Dowson à 1 487 calories équivalent à 671 litres de gaz de houille à 5 250 calories; or un moteur Simplex de 8 chevaux consomme moins de 600 litres par cheval-heure effectif.

Les gros moteurs à gaz sont donc très supérieurs, *comme rendement*, aux meilleures machines à vapeur; mais ils ne réalisent pour le moment aucun avantage théorique sur les moteurs de moindre puissance : la température des gaz de la décharge n'est pas moins élevée, la perte de chaleur entraînée par le refroidissement du cylindre est égale, le rendement mécanique n'est pas supérieur : bref, au point de vue purement théorique, l'augmentation du diamètre du cylindre n'entraîne aucun bénéfice immédiat.

En ceci, nous avons été trompé dans notre attente, mais qu'on ne se méprenne pas sur la portée de cette critique; si nous avons éprouvé un léger mécompte sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la perfection du cycle, nous devons déclarer que nos espérances ont été dépassées sur la question pratique et industrielle. Le moteur Simplex de 100 chevaux indiqués marche avec une régularité, avec une facilité, voire même avec une douceur extraordinaire; grâce au *self starting* dont il est muni, un seul homme le met en train sans fatigue et sans danger; la conduite du gazogène et de la machine est aisée; la consommation de charbon par cheval-heure effectif n'est que de 612 grammes; le prix total d'une installation complète est tout au plus égal à celui d'une machine à vapeur et de sa chaudière. Tels sont les résultats de nos essais et de nos études : ils montrent à l'évidence que le moteur à gaz est vraiment entré dans la troisième phase de son histoire et que désormais les constructeurs pourront entreprendre hardiment des machines de 200 chevaux à deux cylindres conjugués. En bien des lieux et en bien des circonstances, le moteur à gaz fera concurrence à la machine à vapeur.

AGRICULTURE

LAITIERS DE DÉPHOSPHORATION, LEUR UTILISATION EN AGRICULTURE, PAR M. CAMPREDON

Formation des laitiers. — Dans la plupart des opérations métallurgiques exécutées en vue de produire de la fonte, du fer ou de l'acier, on obtient simultanément du laitier qui participe pour une grande part à l'affinage et à l'épuration du métal.

Les laitiers de hauts fourneaux sont connus depuis longtemps; leur étude complète a été souvent présentée et ils ont trouvé dans la fabrication de ciments une utilisation ingénieuse et productive.

Les laitiers de fours à puddler, de convertisseurs Bessemer et de fours Martin à sole acide sont intéressants à divers titres; mais ceux qui prennent naissance dans le travail de déphosphoration, soit au convertisseur Thomas, soit au four Martin à sole basique ou neutre, ont acquis durant les quelques dernières années écoulées et conservent encore une réelle importance.

L'agriculture, comme on le verra par la suite, a trouvé en cette substance, résidu sans valeur directe, une matière fertilisante très énergique.

Le laitier basique se forme de la façon suivante dans le four Martin.

On charge dans le four Martin de la fonte phosphoreuse, des ferrailles diverses et de la chaux en proportion variable avec l'impureté des matières métalliques traitées.

Les impuretés fixes des fontes et des ferrailles (silicium, phosphore et man-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ganèse) s'oxydent et passent dans le laitier, formé en même temps, qui les retient en combinaison ; en sorte que l'épuration de la charge métallique est complète et définitive lorsque le laitier s'est emparé de la totalité des substances étrangères qui contenait la charge métallique.

On nomme *laitier de décrassage* celui que le fondeur fait évacuer durant le cours de l'opération, quand il le juge utile, pour activer le travail et faciliter la purification de l'acier.

Le *laitier de fin de coulée* est celui qui s'écoule à la suite du métal à la fin de la coulée.

Composition des laitiers. — La composition des laitiers est éminemment variable avec la nature des fontes et des ferrailles employées et la proportion de chaux ajoutée.

Les analyses ci-contre représentent une moyenne :

	Laitier de décrassage.	Laitier de fin de coulée.
Oxydes de fer	23,0	18,0
Oxyde de manganèse	4,0	17,0
Chaux	40,0	35,0
Silice	14,0	12,0
Acide phosphorique	12,0	11,0
Sulfure de calcium	1,0	1,2
Magnésie, alumine, etc.	6,0	5,8
Totaux	100,0	100,0

État physique des laitiers. — L'aspect des laitiers est variable d'un bout à l'autre de l'opération. Le *premier laitier* élaboré, qui suinte péniblement à travers la masse métallique à demi ramollie, est noir, à cassure brillante et quelquefois irisée; sa densité, très élevée, varie de 4 à 4,50. Il est fortement chargé d'oxydes métalliques et contient parfois plus de 50 p. 100 de fer. Le laitier pris *à la fusion complète* de la charge est, pour ainsi dire, normal ; il renferme tous ses éléments constitutifs. Il est gris brun plus ou moins foncé ; sa densité oscille entre 3 et 3,50.

Le laitier de *fin de coulée* est habituellement noir et sa poussière est jaune brun ; il est le plus souvent bulleux et même caverneux, ces cavités sont occasionnées par le départ des gaz carbonés qui se dégagent abondamment pendant et après la période de recarburation.

Sa densité, difficile à évaluer, est voisine de 3,5.

Cristallisation. — La plupart des pains de laitier coulés dans les poches de décrassage présentent dans leur cassure une structure cristalline plus ou moins accentuée. Lorsque le laitier est très calcique, et que, de plus, il est refroidi lentement, les cristallisations sont beaucoup plus nettes ; c'est dans de pareilles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conditions que l'on rencontre des géodes tapissées de beaux cristaux jaunâtres de forme prismatique ou lamellaire.

Action de l'humidité. — Les laitiers qui sont à la fois riches en chaux et pauvres en silice, s'effleurissent et se délitent avec le temps sous l'influence de l'air humide.

Constitution des laitiers. — La composition des laitiers est établie d'une façon peu discutable par l'analyse chimique; il n'en est pas de même de leur *constitution*, c'est-à-dire de l'ordre dans lequel s'est effectué le groupement, la combinaison des divers éléments que l'analyse chimique a décelés et dosés. Quelques considérations physico-chimiques contribueront à l'examen de cette question.

On trouve dans le laitier toute la gamme des oxydes de fer :

Le protoxyde	FeO
L'oxyde magnésique	Fe^3O^4
Le sesquioxyde	Fe^2O^3

Il convient cependant de dire que le protoxyde prédomine et forme environ 85 p. 100 de la totalité des oxydes de fer. Les expériences citées un peu plus loin établissent que les oxydes de fer, de manganèse et la magnésie existent dans le laitier à l'état libre, dégagés de toute combinaison avec les acides. Ces trois bases qui ont joué un rôle actif dans le travail d'affinage et d'épuration, sont supplantées par la chaux qui intervient avec une énergie brutale pour détruire toutes les combinaisons formées jusqu'alors.

La chaux est, en effet, l'élément capital des laitiers basiques; c'est celle qui sature les acides silicique et phosphorique, les retient en combinaison et forme avec eux des sels indécomposables, silicates et phosphates de chaux; de telle façon que, retenus par cette base énergique, le silicium et le phosphore sont à jamais séparés du métal : c'était là d'ailleurs le but suprême de l'opération basique. Le laitier fondu fluide peut être considéré comme formé de phosphates et silicates de chaux tenant en suspension les oxydes de fer, de manganèse et la magnésie.

Cette opinion, très vraisemblable par son énoncé, a été confirmée par l'étude chimique directe du laitier et par des essais de liquation que M. Hilgenstock a entrepris à Hoerde.

Les essais chimiques sont trop étendus et trop spéciaux pour trouver place ici; mais les exemples de liquation doivent être cités.

Le laitier de décrassage, liquide encore, est recueilli, à sa sortie du four, dans des poches en tôle ou en fonte de fer. En laissant refroidir celles-ci très lentement, il se produit, dans la masse du laitier fondu, de véritables phénomènes de liquation : les bases libres et pesantes se rassemblent à la partie inférieure, tandis que les sels fondus, plus légers et plus fluides, se réunissent au centre et à la partie supérieure de la poche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La séparation est très nette, ainsi que l'indique le tableau ci-joint. On a désigné par S l'analyse du laitier pris à la partie supérieure et par I celle du laitier prélevé à la partie inférieure de la poche.

LAITIERS N°		Fe	SiO^2	PhO^5	CaO	CaS	Mn	MgO
1	S	19,81	»	16,42	47,33	»	3,59	1,00
	I	28,81	»	6,85	28,82	»	4,87	19,02
2	S	11,65	»	24,24	51,19	»	3,77	2,48
	I	17,78	»	12,11	40,76	»	8,29	10,51
3	S	12,97	3,16	25,11	51,00	0,79	1,99	1,44
	I	21,80	3,03	13,50	32,17	0,46	5,30	21,46

Dans quelques géodes, M. Hilgenstock a pu détacher des cristaux lamellaires très bien formés qui présentaient tous les caractères cristallographiques d'une espèce minérale et d'une composition chimique correspondant au phosphate tétrabasique de chaux : $PhO^5 4\,CaO$. : découverte du plus haut intérêt, qui jette même quelque trouble dans les opinions jusqu'ici professées touchant la constitution des phosphates de chaux.

La nature ultra-basique des laitiers de déphosphoration peut être mise en évidence en traitant par l'eau sucrée le laitier finement pulvérisé; on démontre de cette façon que les laitiers basiques contiennent de la *chaux libre* qui forme avec le sucre un saccharate de chaux soluble dans l'eau.

Un point remarquable à noter à propos de la constitution des laitiers basiques, c'est l'extrême facilité avce laquelle ils sont attaqués et décomposés par les agents les plus faibles. L'acide acétique, étendu de trois fois son volume d'eau, dissout presque tous les éléments calciques du laitier, y compris le silicate de chaux.

Cette faible résistance du laitier aux agents de décomposition paraît due à la récente formation de ses parties constitutives; car, en effet, les acides du laitier ont été formés de toutes pièces pendant l'opération :

La silice provient de l'oxydation du silicium.

L'acide phosphorique provient de l'oxydation du phosphore.

Et les sels eux-mêmes, phosphates et silicates de chaux, se sont formés aussitôt.

Utilisation des laitiers basiques par l'agriculture. — La richesse en acide phosphorique des laitiers provenant du travail de déphosphoration, aussi bien que leur teneur en chaux libre ou combinée, donna bientôt l'éveil aux industriels et aux agriculteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Considéré comme un déchet de fabrication métallurgique, le laitier pouvait, malgré sa richesse en éléments fertilisants, être livré à l'agriculture à des prix jusqu'alors impratiqués dans la vente de l'acide phosphorique; car les laitiers renferment parfois jusqu'à 20 p. 100 et rarement au-dessous de 12 p. 100 d'acide phosphorique.

Cette teneur minima est d'ailleurs suffisante pour que les laitiers puissent être employés sans transformation chimique difficile ou onéreuse.

La forte proportion de chaux (de 30 à 50 p. 100) que renferment ces résidus, doit aussi être précieusement recherchée, surtout si on se souvient qu'une partie de cette chaux est libre dans le laitier et constitue un amendement très précieux dans les terrains dépourvus de calcaire. D'ailleurs la chaux combinée peut aussi rendre des services, d'autant plus que sa combinaison avec les éléments acides, silice et acide phosphorique, présente une grande instabilité.

Le citrate d'ammoniaque est l'agent faible et alcalin employé dans les laboratoires agronomiques pour mesurer, dans une certaine mesure, la facilité d'assimilation de l'acide phosphorique par les plantes.

Lorsqu'on soumet à l'action de ce réactif, dans les conditions habituellement pratiquées, les laitiers basiques obtenus au four Martin, on constate que 75 p. 100 environ de l'acide phosphorique total contenu dans ces laitiers se dissout dans le citrate d'ammoniaque.

Pour faire ressortir la valeur agricole des laitiers et déterminer le rôle de chacun des éléments qu'il contient, on peut établir la division suivante :

A. *Amendement.* — Partie soluble dans l'eau sucrée ; on sépare ainsi la chaux libre.

B. *Matières fertilisantes.* — Partie soluble dans l'acide acétique étendue de trois fois son volume d'eau ; on sépare ainsi les phosphates et les silicates de chaux.

C. *Matières inertes.* — Résidu insoluble dans les réactifs précédents ; on sépare ainsi les oxydes de fer et de manganèse. Cette partie inerte n'est pas nuisible ; elle sert, au contraire, à diluer les éléments fertilisants, ce qui facilite leur épandage et leur dispersion dans le sol.

Quelques praticiens avaient tout d'abord pensé que les oxydes de fer et de manganèse contenus dans le laitier pourraient nuire à la végétation ou tout au moins entraver l'assimilation de l'acide phosphorique par les plantes. L'auteur de cette note n'a jamais partagé cette opinion ainsi qu'en témoigne le passage suivant extrait d'un mémoire lu en 1887 devant la Société d'Agriculture du département du Cher. Les prévisions optimistes de cet entrefilet ont été parfaitement confirmées depuis lors par la pratique :

« Par sa composition, ainsi que par le groupement de ses éléments, le laitier « basique constitue un engrais qui peut en même temps servir d'amendement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« dans les terrains dépourvus de chaux et surtout dans les terres nouvellement « défrichées où il y a beaucoup d'acides organiques à saturer.

« Plus facilement attaquable que les phosphates naturels, on pourrait rap- « procher le laitier basique du phosphate précipité. La chaux libre qu'il contient « (environ 10 p. 100) le fait déliter à l'air et ses éléments se trouvent alors dans « un état de division extrême qui facilite leur absorption par les plantes.

« Épandu sur les terres à l'automne sous forme de grains de la grosseur « d'une noisette, le laitier s'altère, se désagrège, se répand de lui-même sur le « sol pendant l'hiver et se trouve prêt à agir au moment où les plantes ont besoin « de matières nutritives. »

Essais de culture. — L'acide phosphorique est un précieux agent de fertilisation ; on retrouve cet élément dans tous les végétaux où il se concentre de préférence dans les fruits. Les cendres de blé renferment environ moitié de leur poids d'acide phosphorique.

Il est de toute nécessité de fournir à la terre cet engrais indispensable au développement des plantes et à leur fructification. Le commerce fournit aux agriculteurs des superphosphates qui contiennent de 15 à 20 p. 100 d'acide phosphorique soluble dans l'eau ou dans le citrate d'ammoniaque. Cet engrais, véritable produit chimique, est d'un prix très élevé.

Son efficacité est-elle proportionnelle à sa cherté? Nombre d'agronomes ne le pensent pas.

Les phosphates minéraux naturels répandus dans le sol à dose plus forte, pour une dépense égale, agissent avec autant de certitude que les superphosphates.

Pourquoi les laitiers basiques ou phosphates métallurgiques ne se conduiraient-ils pas comme les phosphates minéraux? A cette question il est aisé de répondre par l'affirmative en reproduisant les expériences suivantes empruntées à diverses notes et brochures de M. Grandeau, de M. Séjournet et de M. Bussard.

Culture du blé. — Essai fait dans le département de l'Ain, sur un sol silico-argileux très pauvre, contenant à peine des traces d'azote, d'acide phosphorique et de potasse :

Récolte du blé.

Engrais par hectare.	Grain à l'hectare.	Paille à l'hectare.	
0 — (témoin).	987 kilog.	2.538 kilog.	sol silico-argileux.
2.300 kilog. scories. . . .	2.094 —	3.891 —	

Il résulte de cette expérience et de bien d'autres, exécutées dans des conditions très différentes, que l'emploi des phosphates métallurgiques (du Creusot ou d'ailleurs) paraît faciliter la levée et la végétation des blés depuis l'origine. Les épis sont plus nombreux et plus fournis, la paille plus belle est également plus rigide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les excédents de récolte sont très importants et suffisent largement pour défrayer et encourager le cultivateur.

Culture des navets. — Les expériences ci-dessous ont été réalisées par MM. Wrightson et Munro à Ferryhill (Angleterre), sur un sol argileux :

Récolte des navets.

Fumure à l'hectare.	Navets récoltés à l'hectare.	
0 — (témoin).	4.625 kilog.	sol argileux.
2.511 kilog. scories.	18.743 —	

Les scories employées pour cet essai contenaient 14,32 p. 100 d'acide phosphorique.

Culture des plantes fourragères ; prairies. — A Brême (Allemagne), en sol tourbeux, on a récolté à l'hectare, fin juillet, sur des prairies fumées en février :

Récolte du foin.

Fumure à l'hectare.	Fourrage vert à l'hectare.	
0 — (témoin)	303.500 kilog.	sol tourbeux.
Scories (150^{kilog}. PhO^5)	506.500 —	

Culture de la vigne. — Pour les vignes, les expériences directes et rapides sont beaucoup moins faciles, car les racines de ces végétaux sont très étendues et l'absorption des matières fertilisantes ne saurait être complète en une année, ni même en deux.

Néanmoins il ressort nettement des notes publiées par M. Séjournet que les laitiers basiques du Creusot ont produit sur les vignes un bon effet à peine discutable. La quantité et la qualité des raisins se trouvent augmentées du même coup par l'emploi des phosphates métallurgiques.

Mode d'emploi des laitiers basiques. — A l'usine, les laitiers sont habituellement coulés dans des poches métalliques où ils se refroidissent en formant de gros pains peu maniables. Pour être employés avec profit par les agriculteurs, ces laitiers doivent être réduits en poudre d'autant plus fine qu'on exige d'eux un effet plus rapide.

Dispositions générales. — Les scories sont lourdes, en sorte qu'un poids important de cet engrais n'occupe qu'un faible volume, circonstance nuisible à la régulière répartition du laitier dans le sol. Il est bon, pour obvier à cet inconvénient d'un ordre absolument physique, de mélanger les scories à une matière friable et légère telle que le sable, les cendres de bois ou de houille, etc.

Céréales. — Le mieux est de répandre les scories sur la terre peu après sa culture et de les enfouir peu profondément par un hersage. Dose à employer : 800 à 1000 kilog. par hectare.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Plantes à tubercules et à racines pivotantes. — L'épandage se fera comme pour les céréales, mais on enfouira plus profondément le laitier phosphatique afin de le rapprocher le plus possible des radicelles des végétaux.

Dose à employer : 600 à 800 kilog. par hectare.

Prairies. — A l'approche du printemps, peu avant le *départ* de la végétation, on répandra les scories à la volée sur les prairies. On se trouvera bien de mélanger les scories avec un égal volume de cendres de bois qui faciliteront la répartition équitable de l'acide phosphorique et apporteront, en outre, aux plantes fourragères, la potasse dont elles ont si grand besoin.

Dose à employer : 600 à 800 kilog. par hectare.

Vigne. — L'emploi des scories, pour être efficace, doit être judicieux. On doit déchausser avec précaution chaque pied de vigne et mettre, dans le trou ainsi pratiqué, près de 1 kilogramme de scories fines mélangées avec de la terre ou des chiffons de laine pour augmenter leur volume et la zone de leur action.

Dose à employer : 1000 à 1200 kilog. par hectare.

D'une façon générale, les scories produiront un excellent effet sur toutes les cultures et dans tous les terrains. Il ne faut pas, néanmoins, agir aveuglément. On doit, au contraire, étudier avec soin la nature du terrain avant d'appliquer les scories à son amélioration.

Les sols calcaires et phosphatiques ne demandent que peu de laitiers. Les sols argileux, sableux, granitiques, les terres d'alluvions, etc., exigent, en revanche, une dose plus forte.

Tout dépend du reste de la nature des récoltes que l'on demande à ces terrains. Les céréales sont friandes, presque avides d'acide phosphorique.

Il ne faudrait cependant pas faire du laitier basique la panacée qui doit guérir de tous ses maux notre agriculture en souffrance. Les laitiers ne doivent jamais, dans aucune culture, être employés seuls ; car ils ne renferment pas d'azote ni de potasse, éléments nutritifs indispensables au développement des plantes.

Les scories ne sont donc pas un engrais complet, elles n'apportent avec elles que l'acide phosphorique, la chaux, la magnésie. A ce titre, elles peuvent déjà rendre de grands services.

Les circonstances particulièrement difficiles au milieu desquelles se débattent nos agriculteurs, leur font un devoir d'augmenter chaque jour le rendement de leurs terres. A cet effet, on ne saurait trop leur conseiller d'user largement des phosphates métallurgiques qui constituent un engrais efficace et bon marché.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHIMIE

VASELINE, PÉTRÉOLINE, PAR M. RICHE.

On connaît sous ces noms des matières molles formées par des paraffines et des huiles lourdes de pétrole. Elles constituent des mélanges fort complexes d'hydrocarbures à poids moléculaires très élevés, dont la majeure partie appartient à la classe des hydrocarbures saturés; mais, comme les huiles lourdes de pétrole ont subi l'action du feu, ces carbures ont été partiellement dissociés et ils sont accompagnés, en minime proportion dans ces produits, par des hydrocarbures des autres séries.

Ces mélanges nous sont venus de l'Amérique du Nord, où ils ont apparu vers 1865. Quelques années plus tard, ils ont donné lieu à un procès entre des industriels qui les vendaient sous deux noms différents, « cosmoline, vaseline », tous deux fantaisistes. Le jugement donna droit d'existence à l'un et à l'autre.

La vaseline était préparée par un industriel nommé Chesobrough, qui s'associa à Fougera, pharmacien américain, lequel prit, en 1876, un brevet pour la fabrication de ce produit en France, brevet qui devint la propriété de la maison Lancelot frères.

La Société Chesobrough avait préconisé ce corps comme un produit nouveau, doué de propriétés curatives merveilleuses à l'intérieur et à l'extérieur. MM. Lancelot ont fait, dès l'origine, justice de cette prétention, et ils présentèrent leur produit sous le nom plus rationnel de « pétréoline », en insistant sur ce fait que la vaseline, la cosmoline, la pétréoline constituent une même substance qui n'est pas une espèce chimique distincte et qui n'a pas de vertus médicamenteuses; que c'est un mélange de paraffines et d'huiles lourdes de pétrole, neutre, onctueux, non saponifiable, ne rancissant pas, et doué au suprême degré des propriétés requises pour constituer un précieux excipient.

La vaseline était à peine employée en France et en Europe à l'époque de l'Exposition universelle de 1878, et cette fabrication ne s'est établie chez nous qu'avec difficulté, parce que la vaseline ne s'extrait que de certaines huiles lourdes, et que si ce fait présente peu d'importance en Amérique, où l'on trouve à vil prix les divers résidus, il n'en est pas de même en France, où ces résidus, payant des droits, ont une valeur notable qui est perdue, si l'huile n'a pas de rendement.

D'autre part, l'imperfection du procédé Chesobrough amenait des pertes qui rendaient impraticable son emploi ailleurs que dans la contrée où ces résidus, pris à pied d'œuvre, étaient de faible valeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'usine française a été établie à Aubervilliers sous la direction de M. Lancelot, pharmacien militaire; la méthode usitée peut être résumée comme il suit :

L'huile de pétrole américaine est évaporée sous une hotte d'un fort tirage, dans de grandes marmites en fonte, aussi remplies que possible ; par ce moyen, les vapeurs ne se condensent pas sur les parois pour retomber dans la chaudière : ce qui est un point capital, parce que ce sont ces produits qui donnent à la vaseline une odeur et une causticité qui doivent être absolument évitées.

Un couvercle mobile est établi et peut être abaissé sur la chaudière en cas d'incendie; des portes en fer ferment l'enceinte pour que le tirage ait lieu en entier dans la cheminée et soit très rapide.

L'huile concentrée est jetée sur de grands filtres en tôle, rappelant les formes à pains de sucre, chargés de noir animal ou d'une tourbe spéciale. Ces filtres sont disposés au nombre de 90 sur 9 rangées de 10, dans une étuve en maçonnerie chauffée. La partie évasée des filtres est au ras de la surface supérieure de l'étuve et le reste est enfermé dans l'étuve. La vaseline filtrée est reçue dans neuf rigoles inclinées vers l'avant du four, d'où elle s'écoule dans des vases appropriés : l'huile est brune, blonde ou blanche, suivant qu'elle a subi une, deux ou trois filtrations; à la couleur près, l'huile brune est d'aussi bonne qualité que la blonde et même que la blanche.

Cette fabrication va vraisemblablement acquérir du développement par suite de la cession de la fabrique de vaseline à l'une de nos premières raffineries de pétrole, laquelle, ayant la matière première de la vaseline dans les résidus du traitement des huiles lampantes, sera dans des conditions très favorables pour réaliser une préparation économique.

On ne perd, pour ainsi dire, pas d'huile dans la filtration, parce que le noir ou la tourbe épuisés sont traités dans un réservoir clos par du pétrole neuf qui sert aux opérations suivantes, et le décolorant est ensuite chauffé pour en retirer l'huile qui l'imprégnait, puis il est revivifié par le feu.

On est convenu d'appeler la matière, ainsi préparée, du nom de vaseline naturelle.

Lorsqu'il fût établi que la vaseline n'est qu'un mélange de paraffines et d'huiles lourdes, on s'ingénia, de toutes parts, dans les pays voisins, pour la fabriquer de toutes pièces, et l'on vend sur la place de Paris, sous les noms les plus variés : « piméléine, graisse minérale, déodoroline, caucasine, etc. », des mélanges qui sont fort différents de la vaseline ou pétréoline, et qui ne répondent pas aux prescriptions du Codex français, dont voici le texte : « La pétréoline est une substance demi-solide, complètement amorphe, jaunâtre ou blanche, ayant l'aspect d'un corps gras, onctueuse, transparente en couche mince, plus ou moins fluorescente, surtout quand elle est fondue; insipide, inodore, ou dégageant tout au plus une faible odeur de pétrole, quand on la chauffe, d'une densité variant de 0,835 à 0,868.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La pétréoline fond à 40° environ. Elle est insoluble dans l'eau et la glycérine, peu soluble dans l'alcool bouillant, facilement soluble dans l'éther, surtout à chaud, dans le chloroforme, le sulfure de carbone, les huiles fixes et volatiles. Elle est complètement neutre et inaltérable à l'air. Les alcalis et les acides n'exercent à froid aucune action sur elle; l'acide sulfurique pur et concentré ne la colore pas. Chauffée dans une capsule en porcelaine, elle se volatilise sans répandre des vapeurs âcres et sans laisser de résidu. »

La plupart des produits étrangers sont imparfaitement fusibles au-dessous de 50°, incomplètement solubles dans leur poids d'éther chaud et ils se séparent après fusion en une masse grumeleuse, ou en un liquide épais contenant un solide cristallisé.

Les pharmacopées d'Allemagne et de Belgique ont consacré la fabrication de la vaseline au moyen d'un mélange de la paraffine et des huiles lourdes, mélange qu'on nomme la vaseline artificielle.

La deuxième édition (1882) du Codex germanique distingue trois produits : la paraffine solide, la paraffine liquide, et l'onguent de paraffine qui s'obtient en mélangeant au bain-marie :

1 partie de paraffine solide
Et 3 parties de paraffine liquide.

Cette pétréoline artificielle présente, entre autres caractères, celui de fondre de 35° à 45°, et de présenter au microscope l'aspect cristallin.

« La paraffine solide, qui est un de ses deux éléments, doit être pure et fondre de 74° à 80°; l'huile lourde, constituant le second composant, doit satisfaire aux prescriptions suivantes : « n'avoir pas une densité inférieure à 0,840 et ne pas bouillir au-dessous de 360°. Chauffée au bain-marie pendant un jour avec l'acide sulfurique concentré, en agitant de temps à autre, elle doit brunir à peine et l'acide doit rester incolore. Enfin 1 volume d'alcool, porté à l'ébullition avec 2 à 3 volumes de cette huile, ne doit pas colorer en rouge le papier de tournesol après sa dessiccation. » On n'emploie pas le nom de vaseline.

La deuxième édition de la pharmacopée belge (1885) donne à la substance le nom de paraffine molle et n'est qu'une copie de la pharmacopée allemande.

La pharmacopée austro-hongroise, « septième édition, 1889 », n'indique pas la préparation de ce produit qu'elle nomme vaseline.

Les pharmacopées anglaise, américaine, néerlandaise, espagnole ont adopté la pétréoline naturelle.

La première (1885) distingue la paraffine dure et la paraffine molle à laquelle elle donne, comme synonyme, les noms de : petrolatum, pétroléine et d'onguent de paraffine. Sa densité doit être entre 0,840 et 0,870, son point de fusion entre 35° et 40°,5 ou même un peu plus haut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La pharmacopée américaine (révision décennale de 1882) n'emploie pas davantage le mot de vaseline, mais celui de petrolatum. Elle distingue deux variétés, l'une fondant à 51° et l'autre à 40° qui doit être donnée quand on n'a pas spécifié dans la prescription.

Quand elle a été chauffée de façon à en fondre une partie, celle-ci doit avoir une densité intermédiaire entre 0,835 et 0, 860.

Agitée, après liquéfaction, pendant deux heures avec de l'acide sulfurique concentré, elle ne doit pas brunir.

Pour s'assurer qu'elle ne contient pas de corps gras neutres, on en met 5^{gr} à digérer avec 5^{gr} de soude et 25^{gr} d'eau pendant une demi-heure, puis on sépare la couche aqueuse et on la sursature avec de l'acide sulfurique dilué : aucune substance huileuse ne doit se séparer.

Les pharmacopées néerlandaise (1889) et espagnole (1884) la décrivent sous le nom de vaseline. La première distingue la vaseline blanche et la vaseline blonde qui fond à 44°.

Les divers pays sont donc divisés sur la préparation de la pétroléine : les uns préconisent le produit naturel, et les autres ont adopté le mélange préparé artificiellement.

A mon avis, la paraffine naturelle est préférable pour les emplois pharmaceutiques et pour la fabrication des pommades en parfumerie, et je vais en donner les raisons. La pétréoline naturelle et la pétréoline artificielle ont ceci de commun qu'elles sont constituées par de la paraffine et des huiles, mais ces éléments ne sont pas au même état.

Je le constatais dès 1879, dans ma publication sur l'Exposition de 1878. Si on soumet à un abaissement de température de — 5° une solution de vaseline naturelle dans 3 parties d'éther, il se sépare un composé solide qui reste mou et qui offre la composition de la paraffine, et la solution éthérée donne par évaporation du dissolvant de l'huile lourde inodore.

Si l'on redissout le dépôt dans l'huile lourde, on reforme absolument la vaseline, tandis que si l'on dissout dans cette huile de la paraffine pure, on n'obtient pas une masse demi-transparente, filante, fusible vers 40°; c'est un produit opaque, sec et cristallin. Si, enfin, on traite par l'éther ce mélange, on n'en sépare pas le composé demi-solide et mou, mais la paraffine solide, cristalline, fondant au-dessus de 50°.

Or, on comprend sans peine qu'un pareil mélange soit loin d'avoir dans le pansement d'un vésicatoire, d'une plaie, d'un érisypèle les heureux effets d'une substance onctueuse, fusible à une température faiblement supérieure à celle du corps humain.

MM. Engler et Böhm ont publié, en 1887, d'importantes recherches sur la vaseline naturelle qu'ils préparaient : soit en dissolvant les huiles lourdes dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'éther de pétrole, en décolorant cette solution au noir, puis en évaporant le dissolvant; soit en décolorant au noir le pétrole lui-même et en l'évaporant ensuite à consistance de vaseline.

Les deux huiles de pétrole employées à ces essais provenaient de la Galicie, leur densité était 0,812 et 0,820.

La distillation a été effectuée dans le vide (10 à 15^{mm} de mercure jusqu'à 260°).

Les vaselines obtenues par l'un et l'autre de ces procédés formaient des masses translucides, onctueuses, très blanches, fusibles de 30° à 32°.

Ce sont des hydrocarbures sensiblement purs, car l'analyse élémentaire a donné :

Carbone.	86,14 à 86,99 p. 100
Hydrogène.	13,14 à 13,99 —

Ils ne contenaient pas d'azote.

En admettant que la perte fournie par l'analyse soit due à de l'oxygène, il n'y en avait que 0,46 à 1,25 p. 100. Le noir retient donc les impuretés, il absorbe aussi une fraction des hydrocarbures, riches en hydrogène, car le produit s'est enrichit en carbone.

La distillation de ces vaselines dans le vide conduit à deux observations intéressantes :

Les points de fusion, qui s'élèvent d'abord, s'abaissent ensuite; ce qui est l'indice d'une décomposition partielle.

Les produits distillés offrent tous une structure cristalline, tandis que les résidus gardent, jusqu'à la fin, la mollesse caractéristique de la vaseline naturelle. Cette dernière conclusion résulte aussi de la précipitation fractionnée de la solution éthérée de ces produits, au moyen de l'alcool; en outre, ces précipités successifs, recueillis à part, ont des points de fusion de plus en plus bas : le premier fond à 50° et le troisième vers 30° à 35°.

Si, au lieu de fractionner les produits, on verse l'alcool dans la solution éthérée jusqu'à ce que le dépôt qui se forme cesse d'être solide, on obtient deux produits, l'un solide fondant à 40°, l'autre liquide. Tous deux ont la même composition et distillent à la même température (240° à 245°); le premier donne une matière fusible à 41° et l'autre un corps liquide. Dans ce cas, on observe encore que les résidus des distillations sont amorphes, tandis que les substances distillées sont cristallines.

MM. Engler et Böhm examinent ensuite deux questions importantes à considérer pour les usages auxquels la pétréoline est destinée : la viscosité et l'oxydabilité.

La vaseline naturelle est très visqueuse et elle se transforme peu à peu dans un liquide fluide, en passant successivement par tous les états d'épaississement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

intermédiaires : ainsi, à la température de 45°, sa viscosité est cinq fois plus forte que celle de l'eau, elle l'est au moins trois fois à 50° et encore plus de deux fois à 80°. Au contraire, la vaseline artificielle passe brusquement de l'état épais à l'état liquide; fluide comme de l'eau à 100°, elle est déjà épaisse à 65°.

M. R. Frésénius a constaté que si on chauffe en tubes scellés à 110° avec de l'oxygène, la vaseline naturelle et la vaseline artificielle, toutes deux absorbent de l'oxygène, que la première en fixe beaucoup plus, et que cette oxydation détermine une formation d'acides.

Le fait est exact, mais ces circonstances sont tout à fait favorables à l'absorption de l'oxygène et à l'acidification (température de 110°, pression élevée, oxygène pur), et elles ne se rencontrent pas dans l'emploi de la vaseline.

MM. Engler et Böhm ont opéré dans ces conditions plus en rapport avec la pratique, en étalant sur des plaques de verre, près d'un four, vers la température de 30° pendant quatorze jours, de la vaseline naturelle et artificielle et de la graisse de porc. Au bout de ce temps, les plaques qui représentaient 16 centimètres carrés avaient fixé :

Vaseline naturelle.	0,025
— artificielle.	0,015
Graisse de porc.	0,048

En substituant de l'oxygène pur à l'air, la différence dans l'absorption par les deux sortes de vaseline est restée aussi faible.

On a publié, dans ces temps derniers, deux nouveaux procédés de fabrication de la vaseline. L'un donne une pétréoline naturelle que l'on fabrique en distillant, sous pression très réduite, dans la vapeur surchauffée, le résidu de l'huile lampante.

L'autre fournit une pétréoline artificielle qui est fabriquée par le mélange de paraffine avec de l'huile purifiée par la méthode qu'on va décrire. L'huile lourde du commerce, pesant 0,840 à 0,850°, est épurée deux fois à l'acide sulfurique concentré et une fois à la soude; chaque traitement est suivi d'un repos et de lavages à l'eau. Ce produit est distillé dans un courant de vapeur surchauffée, mis à digérer pendant vingt-quatre heures avec 10 p. 100 de chlorure de zinc dans un tonneau tournant, puis agité à l'air avec 2 p. 100 d'hydrosulfite de soude et lavé.

On opère sur 200^{kg} de paraffine qu'on introduit dans une chaudière sphérique entourée d'un manchon où l'on fait arriver de la vapeur qui élève la température à 150°, et on injecte de l'air chaud dans la paraffine pendant deux heures environ.

On ajoute alors 200^{kg} de l'huile purifiée, on continue à chauffer sous pression pendant vingt-quatre heures, on introduit 20^{kg} de noir d'os et on chauffe encore pendant une heure. Le liquide décanté est enfin distillé dans le vide.

Cette vaseline sert pour le graissage et la conservation des cuirs, des objets en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métal; on l'a indiquée pour empêcher la mousse dans les sucreries, les distilleries, les fabriques d'extraits.

Je ne sais pas quelles qualités la vaseline doit posséder pour remplir ces usages; en ce qui a trait à la pharmacie et à la fabrication des pommades, je crains que la purification, avec des agents aussi actifs que l'acide sulfurique, le chlorure de zinc, l'hydrosulfite de soude, sous l'influence d'une haute température longtemps prolongée, n'altère notablement la composition des hydrocarbures saturés et par suite la stabilité du produit : ce qui est la précieuse qualité. En tout cas, l'un et l'autre de ces procédés font usage de la distillation; or, j'ai montré que cette opération, exécutée même dans le vide, a pour effet de diviser la matière en un solide et en un liquide aisément séparables, c'est-à-dire de lui enlever son homogénéité; qu'elle change sa nature en transformant la substance molle en une substance dure et cristalline, c'est-à-dire qu'elle lui fait perdre son onctuosité et sa viscosité.

On a objecté que la vaseline naturelle, préparée par le procédé américain et français, était un résidu qui pouvait être impur.

Le fait est peu vraisemblable par suite de la pureté des huiles de pétrole, qui ne renferment pour ainsi dire que des hydrocarbures.

D'ailleurs, elle doit être essayée à l'acide sulfurique, et le pharmacien ne peut l'accepter que si elle n'est pas colorée par cet agent.

J'estime donc que pour l'usage pharmaceutique et la préparation des pommades en parfumerie, la pétréoline naturelle est préférable à la pétréoline artificielle.

Quoi qu'il en soit, l'emploi de la pétréoline ou vaseline constitue un très grand progrès. Elle doit à sa nature de ne pouvoir rancir ni être saponifiée; en raison de ces propriétés, elle remplace avec grand avantage les divers corps gras, comme excipient, en parfumerie et surtout en pharmacie; elle rend les plus précieux services au médecin, avec ou sans le concours des antiseptiques, pour le pansement des plaies, des érysipèles, le traitement des brûlures et des phlegmasies qui ont leur siège à la surface de la peau.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

École des Arts et Métiers de Montréal, province de Québec (Canada). — Le Conseil de la Société d'Encouragement a reçu du Conseil des Arts et Manufactures de la province de Québec, par l'entremise de l'honorable M. S.-C. Stevenson, une série de documents très intéressants sur l'École des Arts et Métiers fondée en 1872 à Montréal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette École est principalement consacrée à l'enseignement du dessin industriel. Les cours s'y donnent le soir, deux fois par semaine, pendant deux heures, de novembre à avril : ce qui représente quarante heures de leçons par année scolaire. Il y a, d'après le programme, dix cours différents : dessin à main levée, dessin de machines, dessin d'architecture, peinture décorative, etc., etc. Le nombre des élèves, s'accroissant chaque année, atteignait en 1889 l'effectif de 420. Au dessin s'ajoutent des cours spéciaux pour la plomberie et pour la confection des patrons de chaussures. On estime que chaque élève, suivant assidûment les cours, doit fréquenter l'École pendant trois ou quatre ans pour compléter son instruction technique et pratique. L'enseignement est gratuit; toutefois, les élèves nouveaux doivent, à leur entrée, payer la somme d'une piastre (environ 5 francs), qui leur est rendue à la fin de la session scolaire, s'ils n'ont pas été absents plus de quatre fois de la classe à laquelle ils appartiennent.

Le budget de l'École de Montréal est de 3 050 piastres (environ 15 250 francs).

Cette création du Conseil des Arts et Manufactures de la province de Québec continue à donner des résultats très profitables pour l'industrie canadienne. Elle a appelé l'attention du Gouvernement et du public sur les questions qui se rattachent à l'enseignement professionnel et à l'apprentissage.

Parmi les documents qui nous ont été transmis, nous devons signaler une brochure de M. P. Dupuy, publiée à Montréal sur l'*Enseignement manuel de l'enfant dans l'École primaire*. L'auteur a étudié avec soin les Écoles techniques fondées à Paris et aux États-Unis, et, s'appuyant sur un vœu exprimé en 1885 par le Congrès international d'Instituteurs au Havre, il conclut que le travail manuel doit prendre place dans l'enseignement primaire. Il s'applique à démontrer les avantages de ce système. Peut-être n'aperçoit-il pas toutes les difficultés de l'application. Quoi qu'il en soit, nous sommes heureux d'applaudir aux efforts tentés et aux succès obtenus par l'École de Montréal au point de vue de l'enseignement professionnel, notamment pour les industries d'art, qui, par une tradition toute naturelle, conviennent à la population française du Canada.

Lissage du papier et calandres chaudes. — Le lissage du papier s'obtenait autrefois au moyen d'un appareil composé de feuilles métalliques et de deux ou trois cylindres entre lesquels on faisait passer plusieurs feuilles de papier réunies en un seul paquet. On n'opère plus ainsi aujourd'hui que dans quelques fabrications spéciales et dans la pratique courante on se sert de calandres.

Le mécanisme de la calandre est suffisamment connu; ce sera le traitement à donner au papier dans l'opération du lissage qui fera plus particulièrement l'objet de cet article.

Dans l'ancien procédé, un traitement préalable de la feuille de papier n'était presque pas nécessaire, les manipulations étaient complexes et par cela même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très longues, de sorte que le papier avait le temps de se refroidir avant le lissage. Il en est autrement dans l'emploi de la calandre, le papier est alors travaillé sur les cylindres mêmes et le traitement se poursuit pour ainsi dire sans interruption.

Les calandres en acier et les calandres en papier sont disposées de telle sorte que les deux premiers cylindres d'acier, superposés l'un à l'autre et convenablement serrés, servent à faire avancer la feuille. Le papier s'engage ensuite dans les calandres suivantes, formées chacune de deux cylindres surperposés : le cylindre supérieur, en acier; le cylindre inférieur, en papier. Cette disposition a pour effet de donner un support élastique à la feuille pressée; de plus, les cylindres en papier augmentant la traction, la feuille est gênée dans son parcours et les cylindres supérieurs en acier peuvent exercer toute leur action.

L'opération du lissage n'a pas seulement pour but de rendre la surface de la feuille unie, elle sert encore à réunir à la masse même du papier les fibres superficielles. Ce résultat doit être atteint complètement dans les papiers destinés à l'écriture, sans cela les fibres seraient arrachées par le frottement des plumes d'acier ou feraient des taches avec l'encre d'imprimerie. Les papiers très fins dont la pâte a été travaillée jusqu'à la transparence pourraient à la rigueur se passer de ce traitement, mais les papiers solides doivent être comprimés fortement. Ce détail avait beaucoup moins d'importance autrefois, car d'une part l'action des plumes d'oie sur le papier était plus douce, d'autre part, l'encollage superficiel était alors universellement pratiqué et régularisait suffisamment la surface destinée à l'écriture.

Le lissage du papier a encore un autre but. La surface de la feuille, lorsqu'elle vient d'être formée, est irrégulière, elle est criblée de fissures et de lacunes; il est important qu'elle soit rendue unie, afin de pouvoir résister à l'action de l'humidité, tout en devenant plus uniforme et par suite plus solide. Cet effet se produit grâce à la pression considérable que subit la feuille en passant entre les cylindres : les fissures se ferment alors, les fibres se tassent et la surface s'aplanit.

Cette opération n'est satisfaisante que lorsque le papier contient une certaine quantité déterminée d'humidité. Si le papier est trop sec, il se déchire au moindre défaut de la surface des cylindres, il faut une pression plus considérable pour coucher ses fibres devenues raides et pour fermer ces fissures. En outre le papier ainsi lissé, s'il est exposé à l'air, se distend, et perd en peu de temps son apprêt. Il faut donc de l'humidité, mais il n'en faut pas trop; car si un papier trop humide prend facilement un bon apprêt, il paraît toujours défectueux à l'examen, il est souvent écrasé et d'un aspect gris. Les inconvénients sont dans ce cas au moins aussi fâcheux que ceux qui proviennent du traitement d'un papier trop sec.

On serait sûr d'obtenir un papier convenablement humide en exposant pendant quelques jours la feuille à l'air libre, mais cette méthode ferait perdre trop

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de temps et serait même impraticable avec une grande production; aussi, a-t-on construit divers appareils pour humecter le papier avant son lissage soit au moyen de la vapeur d'eau, soit avec de l'eau pulvérisée. La vapeur suffit pour les papiers très fins, mais les papiers solides doivent être directement mouillés, on obtient même les meilleurs résultats, lorsqu'un papier de cette espèce peut rester quelques jours dans l'humidité afin que toute sa masse soit bien imprégnée : en somme, plus un papier sera épais, plus il devra absorber d'eau.

Il est important de remarquer que l'on peut remédier dans une certaine mesure à la trop grande sécheresse du papier, mais que si l'on calandre un papier trop humide, quelque ménagée que soit la compression, on obtiendra toujours un papier écrasé et gris. Cet accident est donc à redouter. On peut l'éviter complètement en adjoignant aux calandres ordinaires un appareil composé de deux cylindres chauffés par la vapeur et appelés *calandres chaudes*.

Ces calandres chaudes sont bien connues, mais on ne sait pas assez tous les avantages que l'on peut retirer de leur emploi dans la fabrication du papier.

L'un des cylindres dont cet appareil est formé est en acier creux; il est muni de deux garnitures par lesquelles passent des tuyaux, l'un d'eux amène la vapeur, l'autre sert à l'évacuation de l'eau condensée. Le tuyau de vapeur pénètre jusqu'aux deux tiers de la longueur du cylindre afin de l'échauffer uniformément.

Les calandres ordinaires s'échauffent toujours pendant qu'elles fonctionnent à cause de la compression réciproque qu'elles exercent, mais cette chaleur n'est pas suffisante pour évaporer l'excédent d'humidité que renferme le papier. Si l'on chauffe, au contraire, l'un des deux cylindres conjugués, une partie de l'humidité s'évapore directement, et l'autre cylindre devenant chaud à son tour, grâce au voisinage du premier, contribue de même à assurer un séchage convenable, le papier ainsi traité ne s'écrase pas et ne devient pas gris.

Si l'on emploie deux calandres chaudes, il est facile de disposer de la distribution de la vapeur pour compléter et corriger l'action de la première presse au moyen de la presse suivante.

L'emploi des calandres chaudes présente un autre avantage. Elles permettent de lisser un papier plus humide et par suite d'exercer une pression moindre pour arriver à l'apprêt que l'on désire obtenir. Cette question est très importante pour les papiers très fins auxquels il faut donner beaucoup d'apprêt, sans que cependant la pression exercée soit de nature à compromettre leurs qualités. Les papiers très fortement lissés perdent jusqu'à 20 p. 100 de leur volume, et le toucher qu'ils présentaient avant le lissage est bien moins bon; la solidité du papier fortement comprimé est aussi très diminuée.

Si l'on se sert de calandres chaudes, la pression étant moindre, le volume du papier n'est réduit que de 8 à 12 p. 100. Il est bon, avec ces appareils, que le papier soit lissé immédiatement après sa fabrication sur la machine, l'opération

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est alors plus facile et le retrait est moindre, mais ce détail n'a qu'une importance secondaire.

Le papier lissé avec des calandres chaudes acquiert un apprêt remarquable lorsqu'on ajoute à sa masse un peu de savon stéarique préparé de la manière suivante : On chauffe avec de l'eau un mélange en parties égales d'acide stéarique et de borax, jusqu'à ce qu'il se forme un liquide laiteux qui se change par le refroidissement en une masse savonneuse et l'on ajoute à la pâte du papier une solution aqueuse de 0,5 à 0,75 p. 100 de ce savon. L'acide stéarique divisé en particules microscopiques est, par la suite, répandu dans toute la masse du papier : lorsque ce dernier passe entre les cylindres chauffés, il fond et détermine un apprêt comparable, à quelques égards, à celui du linge empesé.

Il est nécessaire de prendre quelques précautions spéciales dans l'emploi des calandres chaudes.

Les matières grasses destinées à diminuer les frottements sont rendues très fluides par l'effet de la chaleur ; il faut veiller à ce qu'elles ne puissent couler sur les cylindres pendant leur rapide rotation, de manière à souiller le papier. On évite cet inconvénient en mettant aux cylindres des garnitures de feutre, qu'il convient de renouveler fréquemment, car les pressions auxquelles elles sont soumises leur font perdre bientôt leurs propriétés absorbantes.

Avec des régulateurs ménagés pour l'accès de la vapeur, et l'emploi, d'ailleurs universellement adopté aujourd'hui, de cylindres de friction pour déterminer la progression du papier, on est complètement maître du mode d'action des calandres chaudes ; elles peuvent être réglées à volonté sans qu'il soit nécessaire d'arrêter la machine. Si un défaut se reconnaît dans le lissage, on peut y obvier immédiatement.

On ne s'est servi jusqu'à présent des calandres chaudes que pour le traitement du papier glacé. Il a paru utile d'indiquer les avantages que l'on peut retirer de l'emploi de ces appareils dans la fabrication de toutes les sortes de papier.

(*Dingler's polyt. Journal.*)

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 27146.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. MARS 1891

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. A. TRESCA, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* POMPES A PISTON CAPTANT *de* M. DE MONTRICHARD, *inspecteur des Forêts, à Montmédy.*

M. de Montrichard a présenté à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, dans sa séance du 7 juin 1887, une pompe, dénommée par lui *pompe à piston captant*. Cette première disposition a été modifiée, et, le 8 novembre 1889, M. de Montrichard a complété sa communication, en présentant un type de pompe à moteur direct et un moteur à vapeur basé sur le même principe.

C'est sur l'ensemble de ces communications que nous présentons ce rapport.

La pompe de M. de Montrichard est basée sur le principe suivant :

Un cylindre à section circulaire est traversé, de part en part, par une tige dirigée suivant son axe, et passant à travers des presse-étoupes disposés dans les deux fonds.

Si l'on coupe ce cylindre par un plan oblique par rapport à son axe, ce plan détermine dans le cylindre une section elliptique qui peut être prise pour l'une des faces extrêmes d'un piston d'une certaine épaisseur, séparant le cylindre en deux chambres distinctes.

Si, après avoir fixé ce piston oblique en un point de sa tige, on fait tourner celle-ci d'un mouvement de rotation continu, si l'on oblige, de plus, les différents points d'une des ellipses extrêmes, ou de l'ellipse moyenne, à passer successivement en un même point de la surface du cylindre, on obtiendra

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un déplacement latéral de ce piston par suite du mouvement de rotation qui lui est imprimé, par l'intermédiaire d'organes extérieurs, une manivelle par exemple.

Dans l'un des types présentés, qui est dessiné (fig. 1 et 2), la condition que nous venons d'énoncer est réalisée au moyen de deux galets coniques g, distants l'un de l'autre de l'épaisseur du piston P, et tournant sur des goujons fixés à la paroi cylindrique G.

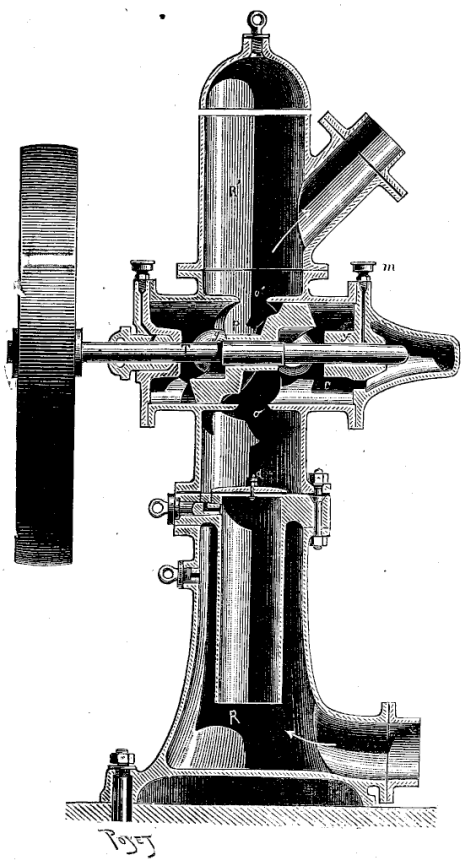


Fig. 1. — Pompe à piston captant de M. de Montrichard.

Pour compléter l'appareil, il suffit de ménager, à la partie inférieure du cylindre, un orifice rectangulaire o, communiquant avec le tuyau d'aspiration R, de ménager également, à la partie supérieure du même cylindre, un orifice o', de même forme, communiquant avec le refoulement R', et l'on constitue ainsi une pompe aspirante et foulante.

En faisant tourner sur elle-même la tige T du piston, soit à la main, soit à l'aide d'une poulie de transmission M, entourée par une courroie, le piston P se déplace longitudinalement en ouvrant et en fermant successivement chacun des orifices d'aspiration et de refoulement, de manière à obtenir ainsi le passage d'une certaine quantité d'eau dans la pompe, et l'élévation de cette eau à une certaine hauteur.

Un seul clapet a est nécessaire pour éviter le désamorçage de la pompe, et il est utile de faire remarquer que cette disposition ingénieuse supprime toute complication due à la présence de soupapes ou de tiroirs. C'est le piston qui, animé de ces deux mouvements de translation et de rotation, vient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fermer, de lui-même, les orifices d'aspiration et de refoulement, et assure par conséquent le fonctionnement de la pompe. Celle-ci doit être munie de réservoirs d'air, tant à l'aspiration qu'au refoulement, pour assurer la continuité du débit.

La présence de galets directeurs dans l'intérieur du cylindre peut avoir des inconvénients, lorsque la pompe est destinée à la mise en mouvement de liquides corrosifs. La disposition que M. de Montrichard a imaginée, dans ce cas particulier, est celle dite à galets externes, représentée fig. 3.

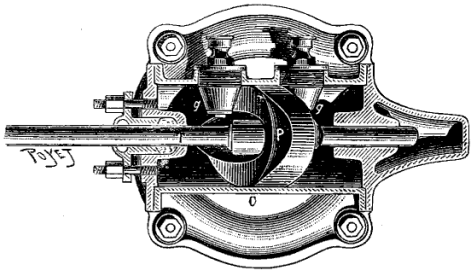


Fig. 2. — Disposition des galets directeurs internes.

Dans cet appareil, les couvercles terminant le cylindre formant corps de pompe sont prolongés au delà des presse-étoupes, et à l'extérieur, de manière à former deux chemins inclinés circulaires. Sur chacun d'eux vient rouler un galet g relié à la tige de piston par une sorte de manivelle. L'une d'elles, M, est prolongée de manière à former la manivelle motrice.

Si l'on vient à imprimer un mouvement de rotation à cette manivelle, la tige T tournera dans l'intérieur du cylindre, en même temps qu'elle se déplacera longitudinalement, par suite de la présence des deux galets et des deux guides obliques.

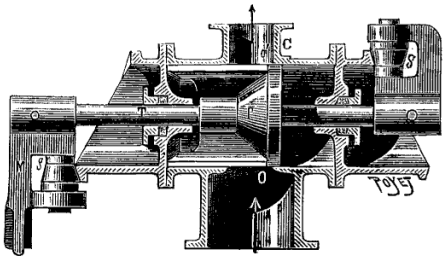


Fig. 3. — Disposition des galets directeurs externes.

En calant sur la tige T un piston ordinaire P, ce piston, tout en tournant, se déplacera le long du cylindre, en faisant varier le volume des deux chambres, et en ouvrant et fermant, en même temps, les orifices d'aspiration et de refoulement réservés dans la paroi cylindrique.

On constitue ainsi une pompe analogue à la précédente, mais qui diffère de celle-ci, en ce sens que les galets et leurs chemins de roulement sont à l'extérieur du cylindre, et ne se trouvent plus en contact avec les liquides à déplacer.

En employant l'une ou l'autre de ces dispositions, on peut obtenir à l'aide,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un mouvement continu de rotation, un mouvement rectiligne alternatif; cette disposition peut donc convenir pour déplacer le piston d'une pompe lorsqu'on se sert, pour la mise en mouvement de l'appareil, soit de l'action des hommes agissant sur une manivelle, soit de l'action d'une courroie sur une poulie. Dans cette dernière application, il a été reconnu, par expérience, que la courroie pouvait se déplacer latéralement avec la poulie, sans cesser de transmettre le mouvement d'une manière régulière.

On pourrait, en ne modifiant en rien les organes dont se compose l'appareil, obtenir le mouvement de rotation de la tige en agissant sur elle par traction ou compression, en l'animant d'un mouvement rectiligne alternatif.

C'est sur ce principe qu'est basé le système de pompe à vapeur à action directe qui vous a été présenté dans la séance du 8 novembre 1889.

Dans cette disposition, la pompe est composée des mêmes organes que les précédentes, et est, par exemple et pour fixer les idées, du type à galets internes.

La tige, après avoir traversé le presse-étoupes de l'un des fonds du cylindre de la pompe, pénètre dans un autre cylindre situé dans le prolongement du premier. Dans ce cylindre se meut un piston; une distribution, formée par le piston lui-même, permet à de la vapeur à haute pression d'agir alternativement sur les deux faces de ce piston et de produire, par conséquent, le mouvement rectiligne alternatif nécessaire.

Sous l'action de cette vapeur, la tige commune à ces deux appareils se déplace longitudinalement, en entraînant le piston oblique et l'obligeant à tourner, ainsi que sa tige, dans l'intérieur du corps de pompe. Le mouvement de rotation de cette tige est nécessaire au déplacement des conduits obliques ménagés dans le piston à vapeur et constituant la distribution.

Un volant termine cette tige, ce qui permet, dans une certaine mesure, d'utiliser la vapeur par sa pression initiale et sa détente.

Au lieu de disposer, dans le cylindre de la pompe, le piston oblique de l'appareil précédent, on peut le remplacer par un piston ordinaire, et renfermer, dans un cylindre annexe, situé entre les deux cylindres principaux, l'un à eau, l'autre à vapeur, le piston oblique et les galets nécessaires pour le guider et l'obliger de tourner sur lui-même. Ce cylindre annexe est complètement rempli d'huile qui peut passer librement d'un côté et de l'autre du piston oblique, et qui sert ainsi à la lubrification parfaite des galets et de leurs chemins de roulement. Enfin, si l'on supprime entièrement la pompe,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on peut constituer, avec le cylindre à vapeur et le cylindre annexe, un moteur à vapeur à action directe, en disposant le volant sous forme d'une poulie volant pouvant être entourée par une courroie. Il faut alors, pour rendre cet appareil utilisable comme moteur, réunir le volant à l'arbre au moyen d'une clavette mobile et employer un ressort qui repousse toujours le volant vers la gauche de l'appareil, et l'empêche de participer au mouvement rectiligne alternatif de l'arbre.

La pompe de M. de Montrichard a été l'objet d'expériences faites, d'une part, par M. Grandvoinnet, au nom de la Société nationale d'agriculture, et, d'autre part, par la direction du Conservatoire des Arts et Métiers. Ces dernières, plus récentes et plus complètes, ont permis de constater que le rendement, en travail mécanique, de ces appareils est analogue à celui des pompes à piston ordinaires.

M. de Montrichard a fait construire un certain nombre de types différents, et l'application la plus originale qu'il a faite de l'un d'eux est celle dans laquelle il a pu placer, dans l'axe d'un moulin à vent, une pompe de son système. La poulie ordinaire est alors remplacée par le tourteau sur lequel se trouvent attachées les ailes du moulin, et il a été reconnu que le mouvement alternatif de la tige n'avait aucune action défectueuse sur le fonctionnement du moteur.

En résumé, les appareils présentés par M. de Montrichard ont été depuis plusieurs années l'objet d'études constantes qui ont amélioré les dispositions primitives, tout en ne modifiant pas le principe sur lequel ces appareils sont fondés.

Des attestations nombreuses, que nous avons eues entre les mains, montrent que ces appareils sont employés avec succès, soit pour l'élévation des eaux, soit pour le déplacement de différents liquides; quelques-unes de ces pompes sont d'assez grandes dimensions, l'une d'elles est employée dans la fabrique de farine lactée de Vevey.

Tout en reconnaissant les mérites des appareils de M. de Montrichard, et le zèle avec lequel il en a poursuivi la réalisation depuis quelques années, nous devons ajouter que le principe, dont il a fait un heureux usage, avait été mis en œuvre précédemment par notre collègue, M. Carpentier, qui a pris, le 12 février 1878, un brevet d'invention pour un système de compteur d'eau pouvant aussi servir de moteur.

Le Comité des arts mécaniques vous propose de remercier M. de Montrichard de ses intéressantes communications, et d'insérer le présent rapport

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans votre *Bulletin*, avec les figures sur bois nécessaires pour faire comprendre la disposition des appareils présentés.

Signé : ALF. TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *novembre* 1890.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur le* TRAITÉ DU TISSAGE MÉCANIQUE *de* M. FRANZ REH, *traduit de l'allemand par* M. ANDRÉ SIMON *et édité par* MM. EDMOND ROUSSET ET C^ie^, 7, *rue Rochechouart, à Paris.*

MESSIEURS,

Le tissage mécanique semblait, à l'origine, exclusivement réservé à la fabrication des étoffes unies, des toiles de lin et de coton. Bientôt, cependant, en présence des besoins de la consommation et des circonstances économiques créées par le régime international de 1860, l'emploi des métiers automatiques s'imposa à toutes les industries textiles. Cette remarque n'a pas pour objet d'apprécier incidemment les conséquences sociales et commerciales d'une pareille transformation, mais de rappeler que l'adaptation des organes mécaniques au tissage de fils d'origines et de natures très diverses n'a pu se réaliser qu'au prix de modifications, de variantes considérables dans les moyens d'exécution. De là des spécialisations presque absolues chez la plupart des constructeurs et aussi chez les auteurs qui, jusqu'à M. Franz Reh, ont abordé la technologie du tissage mécanique.

« Au contraire de ses devanciers — dit fort justement M. André Simon dans la préface de l'édition française — M. le professeur Franz Reh (1) a su grouper avec une grande méthode, avec une science pratique incontestable, les éléments constitutifs des métiers automatiques de tous genres. »

Une étoffe tissée se compose de deux groupes de fils, au moins, fils longitudinaux et fils transversaux. Aux évolutions de ces éléments essentiels correspondent les deux premières des trois grandes divisions de l'ouvrage que

(1) M. l'ingénieur Reh est professeur de technologie mécanique à l'école des industries textiles de Vienne (Autriche).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous devons analyser : *Mouvements de la chaîne* et *mouvements de la trame.*

L'auteur débute par l'énumération descriptive des nombreux freins imaginés afin d'assurer la tension de la chaîne, *freins à la main*, *freins automatiques;* il traite ensuite des *régulateurs positifs* ou *négatifs*, qui ont pour mission de livrer une quantité de chaîne proportionnelle à la progression de l'étoffe. Le problème est complexe parce que le diamètre du tambour, autour duquel la chaîne se trouve enroulée, change à chaque instant ; la loi du mouvement doit aussi varier avec le compte des duites, avec l'épaisseur du tissu. A l'aide de figures, le savant professeur décrit les principaux dispositifs connus et, par des formules simples, démontre le bien fondé des moyens indiqués.

Les *porte-fils* destinés à maintenir la chaîne dans le plan horizontal du travail, les *verges d'encroix* pour faciliter le rentrage des fils nouvellement noués et la recherche des bout cassés, les *templets* servant à conserver la largeur de l'étoffe à l'endroit du tissage, forment autant de subdivisions où le lecteur voit, en regard du texte, le dessin des pièces ou des appareils qu'il lui importe de connaître et de comparer.

De même qu'à l'arrière du bâti sont disposés les régulateurs de la chaîne, à l'avant se placent les régulateurs du tissu. Les derniers enroulent l'étoffe d'une façon constante, sans qu'il soit tenu compte de la formation du produit, ou bien ne fonctionnent qu'au fur et à mesure de la fabrication. *Positifs* dans le premier cas, *négatifs* dans le second, ces appareils nécessitent des variations de mouvements, inverses des développements fournis par les régulateurs de chaîne. L'analyse des solutions imaginées pour répondre à ces exigences, pour s'opposer au déroulement lors de l'arrêt du métier, pour permettre, au contraire, le détour de l'ensouple s'il convient de *détisser*, fournit la matière de plusieurs chapitres importants.

Entre deux périodes simultanées de livraison de la chaîne et d'appel du tissu, se produit l'ouverture des fils longitudinaux, sans laquelle l'insertion de la trame ne saurait avoir lieu. Les *lames* employées à cet effet, toutes les fois qu'un certain nombre de fils doit évoluer en même temps et de la même façon, sont commandées par des *marches* et les marches par des excentriques. « Les levées et les rabats alternent dans l'ordre d'évolution des fils, c'est-à-dire suivant l'*armure ;* ils se règlent aussi d'après le coup de battant, selon que la *chasse* bat à pas demi-fermé ou à pas ouvert... La succession des saillies et des évidements (des excentriques) n'a pas seule de l'importance ; il faut encore considérer la courbe décrite pour passer d'une position à l'autre,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son influence sur le mouvement des lames, c'est-à-dire si ce mouvement se produit d'une façon uniforme ou non, accélérée ou ralentie (1). »

Se basant sur ces considérations, l'auteur trace, pour chaque cas particulier, un diagramme du mouvement décrit par le galet de la marche et applique ce diagramme à la construction des excentriques correspondants : excentriques simples ou *plateaux* pour armures à deux, à trois, à quatre lames et davantage.

La transition aux *mécaniques d'armure* est tout indiquée et l'auteur arrive ainsi à l'analyse des divers types à *levée simple* et à *double levée*, à *pas fermé* et à *pas ouvert*, chacun des appareils produisant seulement la levée des fils ou se transformant en *lève-et-baisse*. Un chapitre consacré à l'installation et à la commande de la mécanique Jacquard sur les métiers automatiques termine la première division de l'ouvrage.

Avec la seconde partie commence l'étude des mouvements de la chasse, qui doit serrer la trame dans l'ouverture du pas, battre le tissu, lui donner la cohésion. Là encore, les données sont multiples, soit que les organes de commande agissent pendant toute la durée de l'oscillation, ou servent uniquement à dévier la chasse, pour la laisser revenir à la situation initiale en vertu de son poids ou sous l'action d'un ressort. « La chasse doit rester aussi immobile que possible pendant le passage de la duite, afin de limiter l'ouverture du pas et la tension des fils ; l'oscillation en avant doit être rapide, la duite pressée et non frappée pendant son insertion (2). » M. Reh passe en revue les modes de commande qui satisfont à ce programme et montre les résultats obtenus selon que le constructeur a recours à la *manivelle* dite à *bielle normale* ou à *bielle courte*, à une manivelle articulée avec un levier coudé, à un excentrique et à une équerre, à une manivelle et à un levier à coulisse, à des plateaux à gorges excentriques ou hélicoïdales. A chacune de ces combinaisons est annexé un diagramme, qui représente l'évolution complète des organes mobiles et fournit la possibilité d'en constater les effets sur les déplacements de la chasse.

M. Reh ne s'en tient pas aux appareils d'un emploi général, il n'a garde de négliger les métiers destinés à la fabrication d'articles spéciaux et dont la chasse bat alternativement dans des situations différentes ; il indique encore par quels artifices les constructeurs sont parvenus à faire frapper fortement certaines étoffes légères sans nécessiter un excès de serrage du frein.

(1) Reh, *Tissage mécanique*, p. 69.
(2) *Ibid.*, p. 120.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Poursuivant ses analyses dans l'ordre même du travail, l'auteur examine les divers genres de navettes et de chasse-navettes ainsi que les commandes appropriées. Comme précédemment le technicien se double de l'homme pratique, qui ne néglige aucun détail utile à la bonne marche des métiers : dimensions des bâtons et des courroies de *fouet*, préparation et réglage des *taquets*, des *buttoirs*, etc. M. Reh établit, par le calcul, les rapports entre les vitesses de la navette et la longueur de la chasse et précise ainsi les motifs qui doivent déterminer le choix des commandes. Ici interviennent les moyens de nature à assurer le départ de la navette dans la direction où elle ne peut rencontrer d'obstacle et à empêcher le lancement de toute autre navette en sens inverse.

Avant de décomposer les mouvements destinés à déplacer les *boîtes* où se logent les navettes, M. Reh décrit plusieurs appareils intéressants, bien que d'un usage assez limité, qui, au lieu de lancer la trame d'une lisière à l'autre, accompagnent les navettes dans toute la largeur de l'étoffe.

Selon que les *changements de boîtes* s'effectuent d'un seul côté du métier ou aux deux extrémités de la chasse, d'après une succession régulière ou facultative, le tisseur a sous la main une variété d'effets, dont les combinaisons augmentent ou diminuent avec le nombre des navettes. M. Reh a représenté, à l'aide de tracés graphiques, les relations existant entre la formation d'un dessin et les changements des boîtes. Ces déplacements s'obtiennent par des moyens analogues aux commandes des lames. Des tiges rigides ou crochets d'armure amènent tour à tour les navettes au niveau de la chasse, suivant l'ordre préalablement conçu par le dessinateur et le plus souvent matérialisé sur des chaînes sans fin à l'aide de touches ou de perforations.

Les constructeurs se sont ingéniés en vue de réaliser le maximum d'effets avec un minimum d'éléments et, pour le lecteur du *Tissage mécanique*, il devient aisé de comprendre comment un petit nombre d'organes (cames ou excentriques) agissent successivement, isolément ou conjointement, de manière à régler les différentes évolutions des boîtes à 2, 3, 4 navettes et plus.

Jusqu'en cet endroit du livre, l'auteur a supposé le fonctionnement normal des métiers, mais il arrive que, par suite d'un déréglage, la navette n'est pas lancée en temps utile ou s'arrête en chemin, plus souvent que la trame casse ou que la canette passe vide en cours de tissage, qu'un fil de chaîne se rompt ; parfois encore la navette lancée avec trop de force saute hors du bâti, au risque de causer de graves accidents. La troisième division de l'ou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vrage est consacrée à l'examen des quatre groupes d'appareils, qui ont pour objet de parer, dans la mesure du possible, aux inconvénients indiqués ci-dessus, de prévenir les avaries par le désembrayage immédiat des métiers. Cette partie témoigne encore de la compétence de l'auteur et les dernières pages du traité ne le cèdent pas au début en méthode, en consciencieuse exactitude dans les descriptions, dans la représentation des mécanismes.

L'ouvrage de M. Reh comble donc une lacune importante. L'auteur a eu la bonne fortune de rencontrer un interprète, dont la fidélité n'exclut pas le soin de la forme. Il ne suffisait pas, d'ailleurs, de posséder les deux langues pour bien traduire un traité aussi spécial, il fallait un praticien parfaitement au courant du tissage mécanique et qui sût se pénétrer de l'esprit de l'auteur. M. André Simon a eu ce double mérite.

L'exécution typographique de l'édition française doit aussi vous être signalée. La lecture en est grandement facilitée par le soin apporté à l'impression, au choix des caractères et à la disposition des nombreuses figures (306) intercalées dans le texte.

Votre Comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier MM. Rousset et C^ie^ et M. André Simon de leur très intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *janvier* 1891.

BIOGRAPHIE

NOTICE BIOGRAPHIQUE SUR GUSTAVE-ADOLPHE HIRN, PAR M. HIRSCH, MEMBRE DU CONSEIL

Messieurs,

Notre cher et respecté Président a bien voulu me confier la tâche de résumer la vie et les travaux de Hirn. Je n'ai pu me soustraire à ce périlleux honneur, mais je sens combien mes forces sont insuffisantes ; l'histoire d'un homme de cette taille devrait être écrite par l'un de ses pairs.

Dans le travail que j'ai l'honneur de vous présenter, je me suis beaucoup aidé des remarquables notices biographiques écrites par deux ingénieurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éminents, élèves, collaborateurs et amis de Hirn : MM. Grossetête et Dwelshauwers-Dery, et de la note présentée à l'Académie des sciences par notre savant collègue M. Mascart.

Gustave-Adolphe Hirn est né au Logelbach (Haut-Rhin), le 21 août 1815 ; il est mort le 14 janvier 1890. Depuis le 22 décembre 1874, il était membre correspondant de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, et faisait partie du Comité des arts mécaniques.

Lorsqu'on se reporte aux débuts de Hirn et qu'on les compare à la grandeur du rôle qu'il a joué dans la science, on ne peut s'empêcher d'admirer la puissance et la fécondité de ses facultés. Hirn s'est formé lui-même et de toutes pièces : l'instruction scientifique première lui fit à peu près complètement défaut. Il eut à apprendre, seul et sans maître, les éléments des sciences ; cette lacune de son éducation fut longtemps pour lui la cause de graves embarras.

Il débuta comme petit chimiste dans l'établissement de filature, tissage et teinture, installé au Logelbach sous la raison sociale Haussmann, Jordan et Hirn, et à la tête duquel se trouvait le grand-père du futur savant ; Hirn conserva ces fonctions jusqu'en 1842. A cette époque, l'établissement fut transformé, la partie teinture fut supprimée, ainsi que le laboratoire de chimie, et Hirn passa au département des machines, dont il eut la direction ; il avait alors vingt-sept ans. Tels furent ses débuts dans la mécanique.

Il devint plus tard, en société avec son frère Ferdinand, propriétaire de l'établissement, et continua à se consacrer plus spécialement à la direction des machines, jusqu'en 1880 ; à cette époque, la mort de Ferdinand entraîna la dissolution de la Société ; en 1881, Hirn se retira à Colmar, où il résida jusqu'à sa mort, entouré d'un cercle d'amis restreint et choisi, se consacrant à ses études et au culte des arts, pour lesquels il possédait une remarquable aptitude.

A dater du jour où il prit pied dans la mécanique, les travaux de Hirn ont suivi une direction absolument conséquente et logique, qui, d'étape en étape, s'est poursuivie, sans déviation ni défaillance, dans le cours tout entier de sa carrière scientifique. Je vais essayer d'écrire les traits principaux de cette œuvre de haute science et de persévérance infatigable.

Dans les ateliers de filature, le travail mécanique absorbé par les opérations essentielles, l'étirage et la torsion du fil, est en réalité fort peu important ; la presque totalité de la puissance fournie par les machines motrices est dépensée à surmonter les frottements qui se produisent entre les organes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en mouvement, organes excessivement nombreux et animés de vitesses très considérables. L'étude du frottement et des matières lubrifiantes devait nécessairement être le point de départ de toute amélioration dans le mécanisme des usines du Logelbach. C'est ainsi que Hirn fut amené, par l'inflexible logique de son esprit, à consacrer ses premières recherches à cette question primordiale. Dès 1845, il était en possession de données précises sur les lois du frottement médiat ou immédiat et sur les moyens d'atténuer, dans une large mesure, les résistances passives. Les lois qu'il avait découvertes, les procédés qu'il recommandait étaient, sur plus d'un point, en contradiction formelle avec les opinions acceptées à cette époque ; c'était la négation des lois alors classiques du frottement, c'était la substitution, que repoussaient tous les praticiens, des lubrifiants minéraux aux graisses organiques. Ces innovations audacieuses, dont l'avenir s'est chargé de démontrer la profonde valeur, ne rencontrèrent qu'incrédulité ; il fallut près de dix ans, avec l'appui de l'illustre Combes, pour que le mémoire de Hirn sur le frottement fût enfin admis aux honneurs de la publicité.

Dans le cours de ses études sur le frottement, Hirn n'avait pas manqué de remarquer l'échauffement qui se produit entre les corps frottants ; il s'assura que la quantité de chaleur ainsi dégagée est en relation étroite avec la quantité de travail absorbée par le frottement. C'était le résultat auquel était parvenu, bien avant lui, le comte Rumford ; c'était également le phénomène simple qui avait servi de point de départ à la théorie, alors récente, de l'équivalence entre la chaleur et le travail mécanique. Un hasard heureux, de ces hasards qui n'arrivent qu'aux hommes de génie, mit sous les yeux de Hirn un article de journal dans lequel les théories nouvelles étaient sommairement résumées ; le voile se déchira, la lumière se fit dans son esprit, et, avec l'ardeur qu'il n'a jamais cessé d'apporter à la poursuite de la vérité, il se lança résolument dans la voie et se plongea dans l'étude des ouvrages, déjà nombreux, relatifs à la thermodynamique.

Un point restait obscur, et il était fondamental ; on avait bien constaté que, lorsque le frottement absorbe du travail, il se dégage une quantité de chaleur équivalente ; mais la proposition inverse n'avait pas été démontrée ; on n'avait jamais pu révéler, dans le jeu d'une machine thermique, la disparition d'une partie de la chaleur. Cette lacune était grave, la théorie manquait de base et de certitude ; il y avait encore matière à doute, et à doute sérieux.

Il arrive trop souvent, de nos jours, que les doctrines soi-disant scientifiques reposent en réalité sur des bases précaires ; trop souvent des calcula-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs audacieux, s'appuyant sur des hypothèses plus ou moins séduisantes, se sont laissés aller à des développements mathématiques étendus ; les bibliothèques et les esprits se trouvent ainsi encombrés de documents faux, ou tout au moins suspects, qui jettent le doute et l'obscurité là où la certitude seule devrait régner en maîtresse absolue. L'histoire de la thermodynamique est malheureusement riche en pareils exemples. Rien ne saurait être plus funeste au progrès de nos connaissances ; rien n'est plus propre à en entraver la marche.

Hirn refit, pour son propre compte et par des procédés à lui, les expériences permettant de déterminer le coefficient d'équivalence. Mais ce n'était que la moitié de la solution et Hirn n'était pas homme à se contenter d'une demi-certitude ; il voulut voir clair ; l'expérience seule pouvait l'éclairer ; il résolut de la faire, et de la faire sur une échelle suffisamment grande pour ne plus laisser prise à aucune contestation. A cet effet, il choisit, comme champ de ses recherches, de puissantes machines à vapeur industrielles, les machines mêmes qui mettent en mouvement l'usine du Logelbach, et il les soumet à une série d'épreuves spéciales et d'un genre tout nouveau ; ces épreuves sont combinées de manière à permettre de doser exactement la chaleur et le travail ; s'il y avait réellement équivalence entre ces deux ordres de grandeur, les dosages devaient nécessairement mettre le fait en évidence.

Arrêtons-nous un moment sur ces expériences décisives.

Une machine à vapeur en mouvement est le siège de trois phénomènes essentiels : un phénomène dynamique, la production du travail ; deux phénomènes thermiques : d'une part, la machine reçoit de la chaleur sous forme de vapeur provenant de la chaudière ; d'autre part, elle envoie, également sous forme de vapeur, de la chaleur au condenseur.

Si le principe de l'équivalence est exact, pour chaque quantité de travail développé sur le piston, une quantité de chaleur correspondante devra disparaître ; c'est-à-dire qu'entre la chaleur reçue par la machine et celle qui est envoyée au condenseur, il doit y avoir un écart, un déchet, correspondant à la quantité de travail mécanique développé sur le piston. C'est ce déchet, cette disparition de chaleur qu'il s'agissait de constater d'abord et ensuite, si possible, de mesurer.

Hirn imagina un système complet de jaugeage pour déterminer les trois quantités essentielles : travail, chaleur reçue, chaleur envoyée au condenseur, et, de plus, les données accessoires indispensables au calcul des corrections nombreuses et délicates que comportent de pareilles expériences. Il établit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la comptabilité thermique des phénomènes, et les méthodes de calcul réglant, par doit et avoir, ce que la machine recevait et rendait en chaleur.

C'était la première fois qu'on essayait de soumettre à des expériences de laboratoire des moteurs développant des centaines de chevaux de puissance, d'y appliquer la balance et le thermomètre de précision ; tout était à faire à neuf, aussi bien les appareils que les méthodes d'observation et de calcul ; et, pour comble, ces expériences grandioses se poursuivaient dans un coin retiré des Vosges, dans le petit bourg du Logelbach, où tout faisait défaut, aussi bien les instruments que les observateurs.

L'entreprise était audacieuse et hérissée de difficultés. Aussi les premiers résultats ne furent pas ceux que l'on était en droit de prévoir. Dans la plupart des expériences, le déchet de chaleur se manifestait, mais d'une manière irrégulière ; parfois même la production du travail était accompagnée d'un gain de chaleur. Aujourd'hui, mieux informés, nous nous rendons facilement compte de cet échec : dans les expériences en question, la chaleur qui a disparu se calcule par différence ; on mesure, d'une part, la chaleur qui arrive à la machine, d'autre part, la chaleur qui en sort ; c'est la différence entre ces deux quantités qui représente la chaleur disparue sous forme de travail. Mais, dans nos meilleures machines à vapeur, le rendement thermique est toujours faible, c'est-à-dire que la chaleur transformée en travail n'est qu'une fraction assez petite de celle qui est délivrée par la chaudière ; la différence dont il s'agit se trouve donc facilement noyée dans les erreurs inévitables de ces observations difficiles. D'un autre côté, quelques incorrections dans l'interprétation des chiffres avaient encore ajouté à l'incertitude des résultats.

Hirn se sentit profondément ébranlé. Il fut un moment sur le point de révoquer en doute la généralité de cette grande loi de la conservation de l'énergie et de la subordonner aux conditions accessoires des phénomènes. Une circonstance heureuse le ramena dans le chemin de la vérité.

Sous l'inspiration de l'illustre Clausius, la Société de Physique de Berlin venait d'ouvrir un concours sur cette question, si grave et alors si contestée, de l'équivalence entre le travail mécanique et la chaleur. Hirn prit part au concours. Dans le mémoire qu'il envoya, il relatait ses expériences, les résultats qu'elles avaient donnés, et les conclusions négatives auxquelles elles l'avaient amené. Clausius fut chargé de faire le rapport sur le concours, et ce rapport est un chef-d'œuvre de saine science et de haute impartialité. Il discute les expériences de Hirn, il met en relief les points sur lesquels

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elles sont insuffisantes ou inexactes, les incorrections des calculs ; il montre que les résultats bien interprétés n'entament nullement le principe de l'équivalence ; puis, rendant plein hommage aux qualités éminentes du jeune auteur, à sa profonde science et à la vaillance de ses recherches, il propose de lui accorder une des récompenses de la Société. Ces conclusions furent adoptées. De ce tournoi mémorable, un honneur égal rejaillit sur les deux adversaires.

Nullement découragé, Hirn se remit avec ardeur à l'ouvrage ; il étudia les objections soulevées par Clausius, refondit ses calculs, améliora ses méthodes d'expérience, imagina des appareils nouveaux et plus précis. Ce fut un travail de plus de dix années avant d'amener enfin ces expériences calorimétriques sur les machines à vapeur à un degré d'exactitude et de certitude qui pût inspirer toute confiance. Disons-le tout de suite : c'est là une des grandes œuvres de Hirn ; cette méthode d'expérimentation, qu'il a fondée au prix de tant d'efforts, devint immédiatement classique ; elle est aujourd'hui appliquée dans tous les pays par tous ceux que préoccupe la grande question du fonctionnement des moteurs thermiques ; elle a permis enfin de voir un peu clair dans les phénomènes, si longtemps obscurs, dont ces machines sont le siège.

Arrivée à ce point, l'expérimentation mit hors de doute le fait essentiel à éclaircir, à savoir : la disparition d'une certaine quantité de chaleur, proportionnelle à la quantité de travail développé ; le principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail recevait une consécration nouvelle et définitive.

En outre de cette vérification capitale du premier principe de la thermodynamique, Hirn s'était attaché à obtenir les valeurs exactes et correctes du coefficient d'équivalence entre la chaleur et le travail ; il varia les expériences de Joule, de Regnault, etc., les mit sous d'autres formes et en imagina de nouvelles. Il s'attacha à étudier les phénomènes essentiels qui découlent des lois mécaniques de la chaleur ; ce fut lui qui, le premier, par un dispositif aussi simple qu'ingénieux, sut montrer expérimentalement que la vapeur d'eau saturée se condense par la détente rapide. Cette constatation était d'une haute importance, en ce qu'elle apportait la vérification matérielle et tangible de calculs restés jusqu'alors purement théoriques et donnait une assise plus solide aux principes de la science de la chaleur.

La machine à vapeur, cet engin merveilleux qui a transformé de fond en comble la civilisation moderne, est restée pendant longtemps enveloppée d'une sorte de mystère, même pour ceux qui la pratiquaient tous les jours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comment se comporte la vapeur dans le cylindre d'une machine? Quel est le rôle de l'enveloppe? Que croire de la vapeur surchauffée, de l'expansion double ou multiple? Aujourd'hui même, ces questions si graves sont bien loin d'être complètement élucidées. Mais on doit du moins à Hirn d'y avoir jeté une large lumière et surtout d'avoir montré d'une manière incontestable que la méthode expérimentale est la seule qui permette de creuser ces sortes de problèmes. A de vagues théories il a substitué le chiffre expérimental; il a pesé et mesuré les phénomènes; et, à ce point de vue, il a rendu à la science des machines thermiques le même service que Lavoisier à la science chimique.

D'autres avant lui, Pâris, Combes, Laurens, avaient eu des aperçus exacts et avaient été conduits à admettre que la vapeur, en entrant dans le cylindre, change d'état, qu'elle se condense plus ou moins abondamment; mais ces vues restaient vagues et contestées. Il appartenait à Hirn de jauger cette condensation, d'en faire connaître l'importance et de définir les circonstances qui l'atténuent ou la favorisent. Poursuivant son étude sur le mode d'être de la vapeur, il montre le jeu des condensations et revaporisations successives qui se produisent pendant une révolution de la machine; il étudie et définit l'influence de l'enveloppe de vapeur, dont les avantages économiques étaient alors vivement contestés.

La vapeur surchauffée avait souvent été proposée comme fluide moteur, et toujours abandonnée; Hirn montre les conditions à satisfaire pour que l'emploi de ce fluide devienne avantageux et même possible; il fait plus, et, toujours fidèle aux principes scientifiques qui avaient marqué ses débuts dans la carrière, il appuie ses déductions de la consécration expérimentale : il établit une machine à vapeur surchauffée, qui n'a pas cessé de fonctionner pendant plus de trente années, et toujours de la manière la plus satisfaisante au point de vue économique.

Toutes ces recherches, et bien d'autres encore qu'il serait impossible d'énumérer, sont résumées et condensées dans un ouvrage magistral : *l'Exposition analytique et expérimentale de la Théorie mécanique de la chaleur*.

Cet ouvrage eut trois éditions successives, en 1862, en 1865 et en 1876. D'une édition à l'autre, on voit la pensée et les convictions de l'auteur s'affirmer, se développer, parfois même se modifier, car Hirn avait toujours l'esprit ouvert à la vérité, et son ardeur de découvrir n'avait d'égale que sa parfaite sincérité scientifique.

Ce fut à l'occasion des expériences sur la machine à vapeur que s'éleva

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une lutte retentissante entre Hirn et un savant éminent, le professeur Zeuner. Dans un ouvrage, remarquable à plus d'un titre, sur les principes et les applications de la thermodynamique, Zeuner avait essayé d'établir le calcul du jeu des machines à vapeur, en partant de cette hypothèse, que la vapeur dans un cylindre se comporte comme un fluide absolument isolé de toute influence calorifique extérieure, que tous les phénomènes y sont *adiabatiques*, suivant l'expression consacrée. L'hypothèse avait besoin de vérification. Malheureusement, cette vérification, Hirn ne la rencontra pas dans ses expériences ; il s'en explique fort clairement, mais toujours sous la forme la plus courtoise, dans la dernière édition de son *Exposition analytique et expérimentale ;* il expose que les théories *a priori* sont pleines de déceptions ; qu'une machine industrielle, telle que la machine à vapeur, ne peut comporter qu'une théorie *physique*, c'est-à-dire appuyée sur des faits constatés et mesurés ; or les mesures qu'il a relevées, les constatations qu'il a faites conduisent invinciblement à admettre que les parois du cylindre et du piston jouent un rôle prépondérant dans le fonctionnement de la machine ; que, par conséquent, l'hypothèse de l'adiabatisme ne saurait être maintenue.

Zeuner releva le gant ; Clausius vint à la rescousse, et la lutte s'engagea entre les trois illustres savants, lutte ardente, âpre, dans laquelle, il faut bien l'avouer, la passion s'emporta parfois au delà des justes limites. En parcourant ces notes et ces répliques, que les adversaires s'envoyaient amères à la tête, on se prend à regretter les temps de cette controverse si droite, si saine, si élevée, où Clausius, tout en mettant le doigt sur les défectuosités du travail du jeune débutant, se plaisait à en reconnaître et à en distinguer les mérites exceptionnels ; où Hirn acceptait docilement cette critique si digne et si bienveillante, et en profitait avec une égale grandeur pour remettre l'ouvrage sur un nouveau métier.

Laissons ce sujet, et revenons aux travaux de Hirn. Ses expériences sur les machines à vapeur, longues, délicates, exigeaient l'emploi d'appareils spéciaux, à la fois précis et rustiques. Chacun de ces appareils était soumis à un examen approfondi. C'est ainsi qu'il étudia l'arithmomètre de Thomas, dont il faisait usage pour abréger les formidables calculs des tableaux chiffrés ; le planimètre d'Amsler, pour la quadrature des diagrammes ; il imagina, dans le même ordre d'idées, les pandynamomètres, ces instruments ingénieux qui utilisent, pour la mesure des efforts, les déformations élastiques des organes qui les transmettent ; il transforma l'indicateur de Watt.

La méthode ingénieuse imaginée par Hirn pour mesurer l'eau entraînée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par la vapeur nécessita la construction d'instruments très précis, notamment le thermomètre différentiel à air, qui fut imaginé à cette fin par Hallauer, le collaborateur et ami dévoué de Hirn.

Parmi les autres études se rattachant à la théorie mécanique de la chaleur, citons les belles recherches physiologiques sur le développement de la chaleur dans les êtres animés; les travaux sur la vapeur surchauffée et sur la surchauffe qui résulte de la détente de la vapeur sans travail externe; puis les expériences sur la résistance de l'air et sur les lois de l'écoulement des gaz, expériences d'un haut intérêt au point de vue des doctrines sur la constitution de la matière; rappelons encore les études sur le frottement, que Hirn ne cessa de reprendre, de compléter et de perfectionner. Du reste, en matière de mécanique, il est bien peu de sujets auxquels il n'ait touché, et qu'il n'ait éclairé, soit par des calculs ingénieux, soit par des expériences précises; ses études sur les ventilateurs, sur le jaugeage des cours d'eau, sur les turbines, sur les machines à gaz, sur les transmissions par courroies, etc., sont, pour la plupart, devenues classiques. Quant aux transmissions télodynamiques, ce merveilleux moyen d'envoyer le travail à distance, l'invention en est attribuée à Ferdinand Hirn, le frère de Gustave-Adolphe; les deux frères étaient tendrement unis et s'aidaient réciproquement dans leurs travaux; ce fut Gustave-Adolphe qui présenta l'invention, en montra les avantages et en discuta les dispositifs. Ce fut également lui qui, dès l'année 1846, installa des réchauffeurs d'eau d'alimentation des chaudières.

En matière de physique, les travaux de Hirn sont nombreux et importants; nous nous bornerons à rappeler ses recherches sur les vapeurs, sur la chaleur spécifique de l'eau aux environs du maximum de densité, sur l'actinométrie, sur le métronome, sur le pendule à deux branches, sa théorie élémentaire du gyroscope, si élégante et si lucide; ses observations sur les propriétés optiques des flammes, etc... Il s'occupait également d'astronomie et de météorologie; il fit une étude approfondie des conditions de stabilité des anneaux de Saturne, et arriva à cette conclusion originale, que ces anneaux ne peuvent être ni solides, ni liquides, ni gazeux, et qu'ils sont composés de petits corps solides gravitant isolément autour de la planète. On connaît ses recherches sur la température du soleil et sur l'action répulsive des rayons émanés de cet astre.

Il envoyait régulièrement à l'Académie des sciences le relevé des observations météorologiques faites en Alsace, et ces envois étaient fréquemment complétés par la description de quelqu'un de ces phénomènes singuliers, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se produisent parfois dans l'atmosphère, et dont la science cherche encore l'explication.

Mais un attrait invincible le ramenait toujours à ses chères études de thermodynamique et aux corollaires qui découlent du grand principe de l'équivalence. Envisagé dans sa généralité, ce principe prend une portée immense, qui s'étend à la constitution même de l'univers ; s'il y a équivalence complète et générale entre le travail et la chaleur, si l'un ne peut disparaître sans que l'autre apparaisse immédiatement en proportion, il en résulte que chaleur, travail et même électricité ou lumière ne sont que des manifestations diverses d'une seule et même entité, que l'on a caractérisée par la dénomination d'énergie ; dès lors, la quantité totale d'énergie existant dans l'univers est constante dans le temps ; si l'énergie disparaît sous l'une de ses formes, elle réapparaît immédiatement sous une autre forme, et la quantité totale reste la même. Ce principe de la conservation de l'énergie, conséquence presque nécessaire de la théorie de l'équivalence, est admis aujourd'hui comme une vérité fondamentale, de même qu'a été admis, à la suite des travaux de Lavoisier, le principe de la permanence de la matière pesante.

Mais, une fois acquis le consentement unanime des philosophes, tout est loin d'être dit sur cette haute et grave question ; l'esprit humain est limité ; il a beau découvrir et s'avancer, le monde infini de l'inconnu est toujours devant lui ; chaque cime qu'il atteint lui révèle de nouvelles cimes plus éloignées et plus hautes ; l'éternel pourquoi lui jette son éternel défi. « Pourquoi l'énergie se conserve-t-elle ? Comment, par quel procédé s'entretient la permanence de l'énergie de l'univers ? »

A ces questions, que l'expérience a à peine effleurées, les philosophes ne peuvent encore répondre que par des hypothèses. Deux écoles sont en présence, qui se jettent, non sans quelque dédain, les épithètes de matérialiste et de spiritualiste, épithètes aussi peu justifiées d'ailleurs l'une que l'autre. Clausius supposait que l'énergie résidait dans les mouvements des molécules, que les diverses manifestations de l'énergie ne représentaient autre chose que des transformations de mouvement, analogues à celles qui se produisent dans les transmissions mécaniques ; cette hypothèse conduit, entre autres conséquences, à admettre pour la constitution des gaz une conception fort originale : un gaz serait composé de molécules indépendantes, animées de vitesses énormes ; ce sont les chocs répétés de ces molécules qui produisent les pressions qu'exerce le gaz sur les parois qui le contiennent. Telle est la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

théorie qu'on appelle cinétique, et que l'on décore du nom fort impropre de matérialiste.

Hirn, qui se proclamait spiritualiste, la repoussait absolument ; il admettait que le monde matériel est constitué par deux éléments de nature différente, la matière et la force ; les molécules matérielles possèdent cette propriété d'agir à distance les unes sur les autres, de s'attirer et de se repousser. Dans cette hypothèse, il n'est nullement nécessaire d'attribuer aux molécules des gaz ces vitesses énormes, de quelques milliers de mètres par seconde, qui sont la conséquence nécessaire de la théorie cinétique.

Fidèle à ses principes scientifiques, Hirn s'attacha à démontrer expérimentalement que ces vitesses n'existent pas ; c'est dans le but de battre en brèche la doctrine cinétique des gaz qu'il institua ses belles expériences sur la vitesse d'écoulement des gaz et sur la résistance qui s'oppose au mouvement d'un corps qui se déplace dans un milieu gazeux.

D'ailleurs, Hirn se plaisait dans les considérations de haute philosophie ; il s'élevait volontiers au-dessus des questions de pure science, pour les envisager sous leur aspect général, et se rendre compte de leurs relations avec les grands problèmes de la métaphysique ; son *Exposition analytique et expérimentale* est accompagnée d'un volume portant le titre significatif de : *Conséquences philosophiques et métaphysiques de la thermodynamique*. Plusieurs de ses écrits révèlent des tendances un peu mysticistes : *La vie future et la science moderne*, *Réfutation de la doctrine du matérialisme*, etc. Il avait la foi, et c'est peut-être grâce à la foi qu'il a soulevé des montagnes, et pu mener à leur fin ses immenses travaux.

D'ailleurs, rien d'humain ne lui restait étranger : il s'était appris l'allemand et l'anglais ; il était artiste de naissance (son grand-père avait été un peintre renommé) ; il aimait la musique avec passion, et la pratiquait avec une grande habileté ; plusieurs de ses écrits se rapportent à la musique et à l'acoustique. Un jour, au Conservatoire de musique de Paris, il entendit exécuter une symphonie de Beethoven avec cette perfection merveilleuse qui fait la gloire de nos artistes ; il fut ravi de cette audition ; mais le savant ne s'oubliait pas ; et, dans un des ouvrages de Hirn, on voit reparaître ce souvenir musical sous forme d'argument scientifique.

Je n'ai pas eu l'honneur de connaître Hirn autrement que par ses écrits ; mais tous ceux qui l'ont approché rendent un hommage unanime à sa bonté de cœur, à sa bienveillance, au charme de ses relations, à la droiture de son caractère et à sa fidélité envers ses amis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas sans difficulté que Hirn gravit les échelons des honneurs scientifiques et qu'il parvint enfin à occuper la place élevée qui lui était due : présenté une première fois en 1858 comme membre correspondant de l'Académie des sciences, section de physique, il ne fut, malgré ses titres éminents, admis qu'en 1867, à la suite de plusieurs présentations. Il était membre de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, chevalier de la Légion d'honneur, commandeur de l'ordre de la Rose du Brésil, officier de l'ordre de Léopold et faisait partie des plus importantes sociétés savantes d'Europe et d'Amérique. Il a légué à l'Académie des sciences une somme de 50,000 fr. dont les revenus doivent être consacrés à récompenser les auteurs de travaux scientifiques expérimentaux.

Les travaux de Hirn forment un ensemble colossal, procédant tout entier d'une pensée maîtresse : la confirmation et le développement de la théorie mécanique de la chaleur. Il a assis sur des bases inébranlables les principes fondamentaux de cette science, et ouvert largement les voies aux conséquences que l'avenir pourra en faire jaillir. Au point de vue concret, Hirn nous laisse une méthode nouvelle d'expérimentation des moteurs thermiques, méthode systématique et complète, instrument d'une puissance pour ainsi dire illimitée, dont nous apprenons chaque jour à mieux nous servir et à apprécier la profondeur et la portée. Enfin, et par dessus tout, il nous a légué l'exemple de sa vie scientifique, consacrée tout entière à la recherche sincère et persévérante de la vérité, et une confirmation nouvelle de cet axiome : que les connaissances humaines ne sauraient progresser avec sûreté qu'à la lueur des faits exactement observés et sévèrement interprétés.

Les amis et admirateurs de Hirn s'étaient réunis pour lui offrir une médaille commémorative frappée à son effigie. La mort vint couper court à cette manifestation touchante ; ce fut à la veuve de Hirn que fut remis cet hommage, en même temps qu'un volume renfermant la liste bibliographique des écrits et productions de l'illustre savant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

MOULAGE MÉTHODIQUE DU VERRE. — FABRICATION DES TUYAUX DE CONDUITE PAR M. LÉON APPERT, MEMBRE DU CONSEIL.

Les applications qui sont faites du verre sont aussi nombreuses que variées et à chaque instant on peut apprécier les services qu'il rend sous toute espèce de formes; néanmoins son emploi aurait pu être encore plus étendu si, pour un grand nombre d'objets, on n'avait été arrêté par les difficultés mêmes que présente leur fabrication en raison, soit de leurs dimensions ou de leurs formes, soit par le bas prix auquel ils doivent être produits.

Le verre en effet, quand les éléments qui le composent sont en proportions convenables, est inattaquable à l'eau et aux acides, sauf à l'acide fluorhydrique; il est imperméable aux gaz, mauvais conducteurs de l'électricité, et le poli et l'absence de porosité de sa surface permettent de le débarrasser d'une façon facile et complète des impuretés et des germes morbides qui ont pu le souiller; seul avec la porcelaine, il possède cette précieuse qualité.

Les corps qui le composent sont très abondants dans la nature, et se rencontrent à bas prix dans toutes les contrées du globe.

La soude, qui en est un des éléments et le plus coûteux, a diminué de prix d'une façon sensible depuis quelques années, par suite de l'adoption du nouveau procédé de fabrication du carbonate de soude dit à l'ammoniaque, dû à MM. Rolland et Schlœsing.

Ce procédé a en effet fait baisser le prix du sulfate de soude ordinaire employé pour les verres communs et a permis d'en réduire le prix notablement.

Le prix du mélange vitrifiable susceptible de donner un verre solide pour lequel, comme dans le cas des tuyaux de conduite, on n'exige pas de qualités de coloration particulières, peut être encore abaissé par l'emploi judicieux de résidus de fabrication, tels que les sables provenant du dégrossissage des glaces, les scories de forge et les laitiers de haut fourneau de composition connue.

De plus, l'emploi des fours permettant l'utilisation des combustibles à l'état gazeux et la récupération de la chaleur jusqu'alors perdue, en même temps que la suppression des fours à creusets et leur remplacement par des fours dits à cuve ou à bassin, ont permis d'obtenir une économie dans les frais de fusion, qui peut aller à 50 p. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le faible poids spécifique du verre comparé à celui de la fonte et des autres métaux, qu'il semble être apte à remplacer, est encore une condition favorable à son emploi dans beaucoup de circonstances.

Pour la fabrication des pièces de grande longueur ou profondeur et de faible épaisseur relative, telles que les tubes ou tuyaux, les procédés de mise en œuvre employés jusqu'ici sont complètement insuffisants ou beaucoup trop coûteux.

Si en effet on emploie le procédé du soufflage, le plus anciennement connu, il est possible d'obtenir des tubes ou cylindres de grandes dimensions, même en longueur, analogues à ceux que l'on doit produire pour la fabrication des feuilles de verres à vitres, mais leur prix en est toujours forcément élevé, les ouvriers pouvant faire ces pièces étant peu nombreux et leur salaire étant toujours très élevé.

En employant de très bons ouvriers, il serait même difficile d'avoir une fabrication régulière et des tuyaux bien égaux de diamètre et d'épaisseur.

Le procédé du moulage employé ordinairement dans les verreries est insuffisant, car il ne permet de mouler des pièces de dimensions un peu considérables qu'à la condition qu'elles soient de faible longueur ou de très forte épaisseur.

Il est donc inapplicable pour la confection des tuyaux de conduite dont la longueur, pour diminuer le nombre des joints et les frais qu'ils occasionnent, doit être aussi grande que possible.

C'est à la suite de la demande d'ingénieurs pénétrés des avantages que présenterait le verre employé sous cette forme, que j'ai été amené à chercher des conditions différentes de fabrication et à imaginer un procédé nouveau de moulage auquel j'ai donné le nom de *procédé de moulage méthodique,* applicable à la confection de toute espèce de pièces de grandes dimensions, ouvertes ou non des deux bouts, et en particulier à celle des tuyaux.

Le caractère distinctif de ce procédé est à l'inverse de ce qui se passe dans le procédé de moulage communément usité, de conserver au verre pendant tout le temps du moulage la chaleur qu'il possède en même temps que sa malléabilité, et de n'agir à tout moment que sur du verre dans les meilleures conditions de plasticité pour être façonné.

En voici la description :

A une faible distance du four de fusion dans lequel se trouve le verre à l'état fondu et à la température voulue, on place à poste fixe un moule ver-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tical percé à ses deux extrémités et pouvant s'ouvrir à charnières en deux ou trois parties.

Ce moule métallique, généralement en fonte et de grande épaisseur, est armé de fortes nervures destinées à en empêcher la déformation quand il est échauffé; il a pour forme et pour dimensions intérieures la forme et les dimensions extérieures du tuyau que l'on veut obtenir. Il porte à la partie inférieure une rainure destinée à retenir le verre qui est venu s'y loger et s'y refroidir en en empêchant ainsi l'entraînement ultérieur.

La partie inférieure du moule est bouchée par un noyau conique de dimensions en rapport avec le diamètre intérieur du tuyau et la nature du verre employé; ce noyau est destiné, au moyen d'une tige mue mécaniquement, à traverser le moule verticalement de part en part. Ce noyau repose, sans y être fixé, sur l'arbre qui doit le faire mouvoir; il se centre au moyen d'un goujon saillant entrant dans une ouverture de même dimension.

Le diamètre de cette tige, que l'on doit faire aussi grand que possible pour en éviter la flexion, est cependant plus faible de quelques millimètres que celui du noyau, de façon à ne pas toucher les parois du tuyau de verre quand il vient d'être formé.

Cette tige est de plus guidée par des coussinets suffisamment écartés l'un de l'autre pour qu'elle se meuve exactement dans l'axe du moule.

Enfin une bague, ayant le diamètre du noyau augmenté de 1 ou 2 millimètres, s'ajuste à la partie supérieure du moule et s'y fixe par un mouvement de baïonnette.

Le noyau ayant été mis en place et la partie inférieure du moule ayant été fermée, la partie supérieure étant grande ouverte, l'ouvrier cueilleur va, avec une poche ou cueillère à bec portée sur un chariot, chercher le verre fondu et de fluidité voulue, dans le bassin ou dans le creuset, et vient le verser dans le moule en suffisante quantité; un autre ouvrier ferme vivement la partie supérieure du moule et donne immédiatement au noyau un mouvement d'ascension dont la vitesse doit varier avec la dimension des tuyaux et la nature du verre employé.

Le verre refoulé contre les parois du moule en prend toutes les empreintes et le tuyau se trouve formé derrière le noyau au fur et à mesure de sa montée.

Le verre qui a pu être mis en excès et qui a gardé toute sa fluidité puisqu'il est resté en masse compacte et par suite non refroidie, est évacué en dehors du moule, figé sur le noyau même.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est séparé du tuyau par l'étirage qui se produit entre le noyau et la rondelle au moment de son passage à travers cette rondelle.

Une fois sorti du moule, le mouvement d'ascension se continue jusqu'à une hauteur de 25 centimètres environ, après quoi le noyau est pris par un verrou qui le sépare de la tige qui le portait et, en l'immobilisant, l'empêche de redescendre avec cette tige à laquelle on a imprimé un mouvement rapide de descente.

On enlève alors la bague mobile, avec le verre qui s'y est fixé on ouvre le moule et on porte rapidement le tuyau terminé soit au four de recuisson, soit dans un bain de trempe de nature convenable porté à la température nécessaire.

La durée totale d'une opération, variable avec l'épaisseur des tuyaux et leur diamètre, est de quelques minutes, au bout desquelles on en recommence une nouvelle dans les mêmes conditions; on a eu soin de mettre préalablement dans le moule un nouveau noyau froid, toutes les conditions de moulage restant ainsi les mêmes.

Une machine en marche normale doit pour cela posséder de 6 à 8 noyaux.

Dans ces conditions et pour des tuyaux de 100 millimètres de diamètre intérieur, on fait 15 opérations à l'heure.

Pour éviter un trop grand échauffement qui pourrait entraîner des manqués ou des malfaçons, il est nécessaire d'avoir deux moules dans lesquels l'ouvrier couleur verse alternativement.

Chaque tuyau de cet échantillon ayant 2 mètres de longueur, la production serait de 30 mètres à l'heure, dont il faut déduire environ 20 p. 100 pour malfaçons et félures, ce qui ramène à une production effective de 24 mètres par heure ou de 500 mètres par jour environ.

Les tuyaux ainsi obtenus sont ouverts des deux bouts, mais il arrive le plus souvent que les extrémités sont trop épaisses ou inégales d'épaisseur; aussi, quand les tuyaux ont été simplement recuits, est-il nécessaire de les couper sur une longueur de 15 à 20 centimètres.

Cette opération peut se faire de diverses manières; soit en le coupant avec un diamant agissant à l'intérieur du tuyau, soit avec des roues en tôle arrosées de grès et d'eau agissant sur les tuyaux animés d'un mouvement de rotation lent.

Les extrémités des tuyaux sont ensuite dressées à la platine et au grès, opération nécessaire pour en empêcher les félures et le filage ultérieurs.

Les tuyaux ainsi obtenus ainsi que toutes les pièces moulées par ce pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cédé présentent cette particularité d'être absolument lisses et brillants à l'intérieur sans porter aucunement les traces du noyau qui les a produits.

A l'extérieur, au contraire, ils ont pris tous les reliefs qui ont été donnés au moule.

Ces tuyaux sont d'une épaisseur sensiblement égale quand les dimensions du noyau et la vitesse d'ascension ont été calculées en raison de la nature du verre employé.

L'opération exige le concours de quatre ouvriers, qui ne sont que de simples manœuvres, et d'un apprenti, dont l'office consiste à immobiliser le noyau au bout de sa course et de le refroidir ensuite.

Contrairement à ce qui se passe en employant le procédé du moulage ordinaire, l'effort mécanique nécessaire est extrêmement faible, ce moulage s'opérant pendant toute sa durée sur du verre très malléable.

Le mouvement d'ascension peut être produit par un moyen mécanique quelconque : vapeur, eau ou air sous pression.

Il est facile de se rendre compte qu'on peut par ce procédé mouler des pièces de verre et en particulier des tuyaux d'une dimension quelconque, et on pourrait dire illimitée; le procédé même est d'une application d'autant plus facile que les dimensions des pièces sont plus grandes.

Il serait possible d'obtenir également des tuyaux munis d'un emboîtement, mais la facilité que cet emboîtement procurerait pour les jonctions serait compensée par les risques de casse et de félure au moment où on fait les joints ou quand ils se dilatent par suite des changements de température.

Suivant l'usage auquel sont destinés les tuyaux fabriqués, on fait les joints de façons différentes :

Pour les tuyaux destinés à l'adduction des eaux sous pression, on emploie des joints métalliques permettant une dilatation facile et suppléant par suite à l'élasticité qui manque au verre.

Le *joint universel,* employé pour les conduites cylindriques et imaginé par M. Gibault, répond très bien à ces conditions.

Quand les tuyaux sont employés pour l'évacuation des eaux et leur établissement par suite peu coûteux, on peut faire un emboîtement additionnel en ciment ou en toute autre matière qui permet une jonction économique et facile, ou l'on emploie un manchon d'accouplement en métal ou en grès ou même en verre.

Beaucoup de personnes se sont préoccupées des chances de rupture que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présenteraient ces tuyaux, soit dans leur maniement, soit quand ils sont une fois mis en place.

On peut parer aux chances d'accidents possibles, dont il ne faut pas toutefois s'exagérer l'importance, en les entourant d'une enveloppe protectrice faite de matériaux grossiers tels que du ciment, du béton, du bitume ou d'un métal qui les garantisse complètement et facilite en même temps la confection des joints.

On peut également par ce procédé confectionner des tuyaux cintrés en arc de cercle de rayon variable au moyen de machines spéciales basées sur le même principe; ces tubes permettent d'embrasser des angles de 170° au maximum.

Dans ce cas, le fonctionnement de l'appareil ne diffère de celui employé pour les tuyaux droits qu'en ce que le noyau est fixe et que c'est le moule qui tourne autour d'un arbre faisant le centre de l'appareil.

Les spécimens des tuyaux présentés à la Société sont d'un diamètre intérieur de 10 centimètres et d'une épaisseur de 6 millimètres; ils pèsent de 5 kilog. et demi à 6 kilog. le mètre courant.

La pression intérieure à laquelle ces tubes devront résister étant connue, on pourra déterminer l'épaisseur à leur donner en appliquant la formule de résistance des matériaux :

$$E = \frac{p_0 \, d_0}{2 R},$$

E, Épaisseur.

d_0, Diamètre intérieur.

p_0, Pression intérieure par centimètre carré.

R, Résistance à la rupture variable avec la nature du verre et dont on pourra déduire la charge de sécurité en appliquant le coefficient de 0,25.

Les tuyaux ainsi fabriqués peuvent subir sans rupture des variations de température de 30° au moins et ils peuvent rivaliser, au point de vue de la résistance et du prix, avec les tuyaux en grès employés communément.

Le verre ne sera pas inférieur non plus à la fonte au point de vue de la durée; bien composé, il ne s'altère pas, étant enfoui dans le sol pendant de longues années.

Au point de vue du prix, il sera notablement moins élevé.

Ce procédé permet d'employer le verre à la confection de pièces longues, ouvertes ou non des deux bouts; il permet en particulier de faire les boîtes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rondes ou rectangulaires employées pour la confection des piles et des accumulateurs d'électricité.

Il pourrait être employé également pour la confection des tuyaux ou rigoles ouvertes destinés à loger les fils et câbles électriques et à les isoler.

On devra écarter les appréhensions que ne manquera pas de susciter l'emploi du verre sous ces formes nouvelles et que justifie en apparence sa fragilité.

Tous les jours, en effet, on utilise le verre à des usages pour lesquels cette fragilité semblerait un obstacle à son emploi.

On peut en donner comme exemple : les dalles de verre coulé sur lesquelles le public circule sans crainte; les pavés placés dans les cours sur lesquels passent les voitures les plus fortement chargées; les bouteilles à vins mousseux et à eaux gazeuses, véritables machines explosives dans lesquelles la pression s'élève souvent à 10 et 15 atmosphères et à côté desquelles on est habitué à vivre sans danger; les tubes indicateurs du niveau des chaudières à vapeur, les tubes pour les expériences de physique dans lesquels on emmagasine quelquefois des gaz allant à la pression de 100 atmosphères.

Le verre est, croyons-nous, appelé à rendre de notables services sous cette forme, et, sans prétendre lui faire remplacer d'une façon complète la fonte et le grès, il pourra prendre à côté d'eux une place importante que justifient ses nombreuses qualités et le bas prix auquel il peut être obtenu.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 59 REPRÉSENTANT LA MACHINE A MOULER LES TUYAUX EN VERRE DE M. L. APPERT

A, Vide permettant l'accès au bas du cylindre.

B, Cylindre et piston à air comprimé donnant le mouvement à la tige C.

C, Tige en fer creux portant à sa partie supérieure un cône D destiné à appliquer le verre chaud dans l'intérieur du moule E.

D, Cône dont le diamètre extérieur est un peu inférieur au diamètre intérieur du tube à fabriquer.

E, Moule en fonte en deux parties E_1 et E_2 disposées de manière à pouvoir se fermer à charnières d'une façon indépendante pour faciliter le vissage du verre dans la partie inférieure E_1 et à s'ouvrir sur toute la hauteur d'une façon simultanée au moyen de la vis G pour permettre le démoulage des tuyaux.

J, Pièce mobile s'ajustant à baïonnette sur le moule une fois fermé et desti-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

née à séparer par étirage le verre mis en excès du tuyau qui vient d'être moulé.

K, Verrou destiné à isoler le cône mouleur D avant de faire redescendre la tige C qui a servi à son ascension.

Manœuvre :

1° Versage du verre dans la partie inférieure du moule fermée au moyen de la vis à deux pas G. La partie supérieure du moule est ouverte pour permettre ce versage.

2° Fermeture de la partie supérieure du moule au moyen de la crémaillère H.

3° Ouverture de la prise d'air comprimé pour faire monter dans le moule la tige C portant le cône.

4° Arrêt du cône à la partie supérieure et descente de la tige au point de départ en fermant le robinet de prise d'air.

5° Ouverture simultanée des deux parties du moule et démoulage du tuyau.

MÉTALLURGIE

FABRICATION DES TUBES SANS SOUDURE PAR LE PROCÉDÉ MANNESSMANN

PAR M. GUSTAVE RICHARD, INGÉNIEUR CIVIL DES MINES, MEMBRE DU CONSEIL (1).

La fabrication des tubes présente, comme on le sait, pour presque toutes les industries, une importance exceptionnelle. Il suffit de citer les canalisations d'eau, de gaz, de vapeur, d'air comprimé ou raréfié, les chaudières, les freins de chemins de fer, toutes les industries chimiques, pour faire comprendre qu'un perfectionnement important dans la fabrication des tubes constitue en même temps un progrès considérable de l'industrie en général. Tel est le cas du procédé de fabrication entièrement nouveau inventé pour la manufacture des tubes sans soudure par *MM. Max* et *Reinhard Mannessmann*.

Ce procédé a pris naissance en Allemagne, où il s'est rapidement fait connaître, ainsi qu'en Angleterre. De nombreuses publications en ont déjà parlé (2), d'importantes usines l'appliquent couramment; il ne s'agit donc plus ici de théories ni même d'essais plus ou moins encourageants, mais d'une industrie en

(1) Cette communication a été faite le 26 décembre 1890.

(2) Notamment, *Revue industrielle*, 14 janvier 1888 et 6 décembre 1890. *La Nature*, 12 janvier 1889. *American Machinist*, 15 oct. 1887. *Gordon* (Journal of the Society of Arts, 23 mai 1890) « The Mannessmann Process ». *Torka* (théorie du procédé Mannessmann (Zeistchrift des Vereines deutscher Engenieure, sept. 1888 et Revue générale des machines-outils, 1er semestre 1889, p. 67). *Reuleaux*, « Fabrication des tubes sans soudure » (une broch. Gauthier-Villars, 1890). *Wedding*, « Mannessmann tubes » (Iron and Steel Institute : reunion de Pittsburg. Journal of the Franklin Institute, janvier 1891). *Siemens A.* (British Association, sept. 1888, et Bulletin des anciens élèves des écoles d'arts et métiers, fév. 1889). Voir aussi les brevets anglais n° 1167 de 1885, 9939 de 1886, 6453 de 1887, 1592, 9754, 11504 et 16266 de 1888, 12697 de 1889.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pleine activité, qui s'est largement développée à l'étranger, et qui ne tardera pas à s'étendre plus rapidement encore (1).

Je tenais à insister sur ce point au début de cette communication parce que le procédé Mannessmann se présente dès l'abord sous un aspect tellement inattendu qu'il semble paradoxal, et que le premier sentiment que l'on éprouve à sa description est de ne pas y croire. C'est un peu le sort de bien des inventions tout à fait originales. Vous vous rappelez les discussions soulevées à l'origine autour de l'injecteur Giffard; et l'on sait qu'en 1801, lorsque Jacquard présenta son métier au ministère de l'intérieur, il fallut la vue même de son fonctionnement pour convaincre ses juges, qui l'accusaient de vouloir faire un nœud sur une corde tendue. Cela n'était pas tout à fait exact, tandis qu'il est rigoureusement vrai que les laminoirs Mannessmann convertissent en tubes des cylindres pleins sans y percer le moindre trou.

Comme je ne puis malheureusement fabriquer un de ces tubes devant vous, ce n'est pas une superfétation que de vous affirmer encore une fois que les nombreux échantillons que vous avez sous les yeux ont bien été obtenus ainsi : tirés de lingots d'acier pleins sans les percer aucunement, et qu'ils ne sont pas des produits d'un tour de force mécanique, mais bien des articles d'industrie courante, autant que les tubes fabriqués par les anciens procédés de soudure, d'étirage ou de galvanoplastie.

Principe du procédé. — J'espère, d'ailleurs, pouvoir, grâce à une image très élégante du moyen principal de ce procédé, qui a été donnée pour la première fois par *M. Reuleaux*, vous amener à saisir, sinon dans ses détails encore inexpliqués en partie, du moins dans ses grandes lignes, le fonctionnement du laminage hélicoïdal, dont l'heureuse application constitue la partie essentielle du procédé Mannessmann.

Vous avez sous les yeux une traduction du beau mémoire de Reuleaux, dans lequel il expose sa théorie sommaire du procédé Mannessmann : je vous l'ai fait distribuer afin que vous emportiez de cette conférence un souvenir plus précis que celui de quelques paroles, en même temps que le témoignage d'une autorité scientifique de la plus haute valeur.

Comme je ne saurais exposer cette théorie plus exactement que son auteur même, le mieux est de laisser un moment la parole à M. Reuleaux : voici comment il expose le principe du procédé Mannessmann :

Nous venons de voir que l'action du laminage ordinaire repose sur le frottement des lingots. Le procédé de MM. Mannessmann est fondé sur le même principe : c'est-à-dire que le travail nécessaire pour déplacer les molécules du lingot s'y accomplit aussi par l'intermédiaire du frottement.

(1) On compte actuellement quatre usines à tubes Mannessmann en fonctionnement : l'usine mère à Reimscheid, une à Bons près Saarbruck, une à Komotau en Autriche, une à Landore au pays de Galles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Examinons d'abord un type bien connu de transmission par le frottement.

Le galet de friction a (fig. 1) peut être placé contre le cylindre c de telle sorte que les axes de ce galet et du cylindre ne soient pas parallèles. Si le cylindre c peut se déplacer longitudinalement, et si l'on exerce une pression suffisante de a sur c, la roue a, animée d'une vitesse circonférentielle v, imprimera à c une rotation $v\cos a$, en même temps qu'un glissement longitudinal $v\sin a$.

Pour éviter que la pression nécessaire à l'entraînement de c par le frottement de a ne fléchisse l'axe de c, on n'a qu'à doubler (fig. 2) le mécanisme a, c'est-à-dire à disposer de

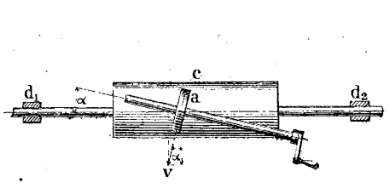


Fig. 1.

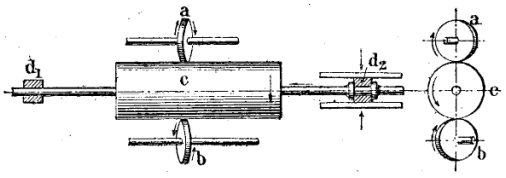


Fig. 2.

l'autre côté de c un second galet de friction b, similaire et agissant comme a sur le cylindre c.

Serrons maintenant l'un des coussinets de c entre des glissières d_2, de manière à l'empêcher de glisser sous l'impulsion longitudinale de a et de b. On constate que, si l'on augmente suffisamment le serrage de a et de b sur c, en même temps que celui de d_2, les particules superficielles de c se déplacent dans le sens de cette impulsion longitudinale; mais, en fait, ce frottement longitudinal ne produira guère d'autre effet qu'une usure de la surface de c, qui se creusera.

Or, c'est la substitution d'un glissement des couches superficielles de c à cette usure de sa surface qui constitue l'une des bases essentielles du procédé Mannessmann. C'est ce qui se produit lorsqu'on remplace le cylindre c par le lingot à travailler, et les galets a et b par des cylindres lamineurs convenablement profilés.

La figure 3 indique cette disposition.

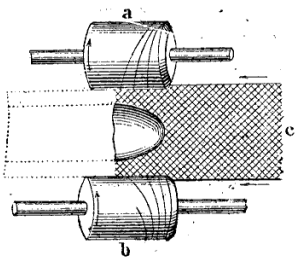


Fig. 3.

Les galets a et b sont remplacés par des cylindres entaillés de rainures en spirale; le cylindre c est remplacé par un lingot du métal à travailler, rendu plastique par son élévation au rouge.

Comme d'habitude, ce lingot est amené aux cylindres par des glissières qui le maintiennent et le guident dans son mouvement. Les rayures ou nervures en spirale des cylindres a et b augmentent encore leur poussée longitudinale sur le lingot laminé.

La rotation du lingot a bien lieu par le frottement tangentiel des cylindres b et a, mais, pour que le déplacement des particules superficielles de c se produise, il faut un frein qui empêche le reste du lingot de passer librement entre les cylindres.

Le moyen employé consiste en ce que les extrémités des cylindres a et b sont en forme de tronc de cône situés assez près l'un de l'autre pour que le lingot subisse une diminution de diamètre dès son arrivée entre les cylindres, et qui opposent ainsi, dès cette entrée, à la poussée en avant du lingot, une résistance tout à fait analogue à celle du frottement des glissières d_2 de la figure 2.

On utilise ainsi l'action des cylindres sur la surface du lingot, dont les parties superficielles d'avant sont poussées plus vite que la partie arrière, de sorte qu'il se creuse à l'avant du lingot une cavité en forme de coupe. Ce creux se propage d'abord jusqu'à la partie lisse des cylindres lamineurs; puis une nouvelle partie du lingot plein est poussée entre les cylindres, et le creux se prolonge peu à peu, jusqu'à ce que le lingot soit transformé en tube.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La description de Reuleaux est certainement l'une des plus claires que l'on ait donnée de cette fabrication extraordinaire, et elle suffit, je crois, pleinement pour en faire comprendre sinon le caractère intime, du moins la marche générale, et certainement pour lui enlever cet aspect paradoxal qu'elle présentait tout d'abord à vos esprits. Je vais néanmoins, avant d'aller plus loin, et en m'aidant de l'ingénieux aperçu de Reuleaux, essayer de vous dépeindre cette formation d'un tube par une image plus grossière, mais, par certains côtés, plus frappante peut-être que celle de Reuleaux.

Considérons, à cet effet, notre cylindre plein, dont nous allons tirer un tube, comme constitué par une série de viroles emboîtées les unes dans les autres autour d'un noyau intérieur plein, de faible diamètre, retenu par une de ses extrémités, et supposons que les galets lamineurs soient constamment pressés vers l'axe du cylindre, par des ressorts par exemple. Leur poussée longitudinale, chassant successivement chacune des viroles, transformera le cylindre plein en un long tube conique, comme une longue-vue que l'on tire.

Supposons maintenant, pour nous écarter un peu moins de la réalité, que nos

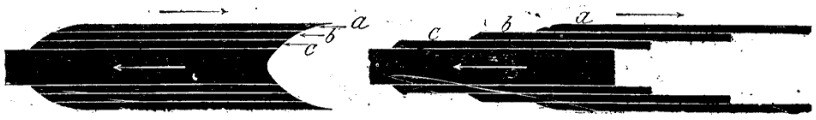


Fig. 4 et 5.

viroles *a b c* (fig. 5) soient, non pas libres, mais adhérentes entre elles : l'allure du phénomène changera, car ces viroles se déplaceront toutes en même temps, le frottement de *a* entraînant *b* et celui de *b* entraînant *c*, et ainsi de suite, de manière à constituer un tube de conicité plus prononcé vers le fond que vers l'avant.

Nous nous approchons déjà de la cupule indiquée sur le dessin de Reuleaux comme l'amorce du tube véritable. Faisons un pas de plus, multiplions à l'infini le nombre de nos viroles, et remplaçons leur adhérence par la résistance de l'acier à l'écoulement sous la température du laminage. Le bord de notre coupe d'amorce s'amincira encore, et elle prendra la forme représentée par la figure 4, qui se rapproche beaucoup de la réalité, et qui, se propageant à la manière d'une sorte de veine creuse dans ce jet d'acier qui s'écoule à l'état pâteux et tordu entre les cylindres du laminoir, finit par le tuber entièrement à mesure qu'il s'en échappe.

Expérience de Tresca. — Je viens de prononcer le mot d'*écoulement des solides*, bien qu'il soit très difficile de déterminer jusqu'à quel point il se produit dans le laminage Mannessman un véritable écoulement de la matière soumise à un étirage aussi complexe, et je ne puis m'empêcher de vous rappeler à ce sujet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'une des expériences les plus suggestives de M. Tresca. Cette expérience est représentée par la figure 6 ; elle consiste à forcer un métal mou, comme du plomb par exemple, à s'écouler sous une pression considérable au travers d'une filière. La coupe du jet indique que son axe s'est évidé en une cavité tubulaire ou veine creuse de forme irrégulière, de sorte qu'en coupant l'extrémité de ce jet on tirerait un tube de la masse de plomb comprimée sans la percer. Mais il va sans dire qu'un pareil procédé, applicable seulement aux métaux très mous, ne donnerait que des produits d'une valeur industrielle à peu près nulle : des rudiments de tubes épais, irréguliers, et d'une très faible longueur, car, pour que la veine creuse se produise, il faut que l'épaisseur du plomb avant sa compression soit plus petite que le rayon du jet.

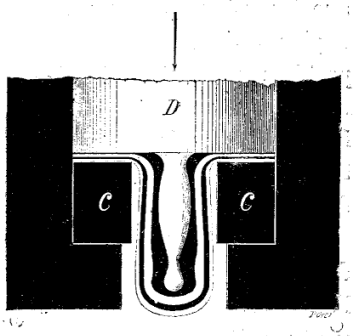


Fig. 6. — Expérience de Tresca.

D, Piston hydraulique refoulant une masse de plomb au travers d'une filière *cc*. — Cette masse est composée de feuilles de plomb, indiquées par les surfaces noires et blanches de la figure.

Je n'ai donc cité cette belle expérience que pour montrer comment des phénomènes analogues peuvent se produire sous des actions mécaniques de conceptions essentiellement différentes.

Pièces creuses. — Avant de continuer l'exposé des procédés de MM. Mannessmann, j'attirerai votre attention sur un cas particulier et très curieux de leur fabrication. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, si l'on engage dans le laminoir un cylindre plein d'un diamètre supérieur à l'écartement des troncs de cônes, il en sort, sans le secours d'aucun mandrin, un tube parfaitement calibré et lisse à l'extérieur. Au lieu d'un cylindre de diamètre constant et supérieur à l'écartement des cylindres lamineurs, engageons entre eux un solide de révolution A terminé (fig. 7) par deux extrémités d'un diamètre plus petit que l'écartement des cônes. Ces extrémités échapperont à l'action du laminage, qui ne s'exercera plus que sur la partie intermédiaire du lingot; elles resteront pleines, et la partie intermédiaire se creusera, de sorte que l'on obtiendra ainsi, sans le secours d'aucun foret, un récipient fermé aux deux bouts et absolument étanche. Vous avez sous les yeux une bonbonne obtenue par ce procédé (fig. 24). Elle est destinée au transport des gaz liquéfiés : ammoniac ou acide carbonique, très usités, comme vous le savez, dans un grand nombre d'industries, notamment pour la production du froid. L'extrémité supérieure de cette bonbonne, dans laquelle vous voyez entaillés l'embase et le filet de son chapeau, n'a pas, plus que le fond, été rapportée. C'est une pièce d'un seul jet, sans aucune soudure.

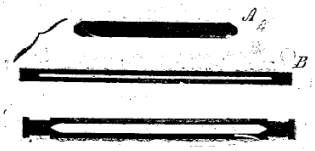


Fig. 7 et 8.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De là, la possibilité de produire, par ce procédé, non seulement des récipients métalliques d'une étanchéité et d'une résistance exceptionnelles, mais de rendre plus légères et plus résistantes certaines pièces de machines, telles, par exemple, que des essieux de chemin de fer, à qui l'on donne ainsi très facilement la forme la plus rationnelle (fig. 8). Cette fabrication de pièces creuses a fourni, d'autre part, un résultat des plus intéressants pour la théorie de l'acier. Le docteur *Finkener*, a, en effet, constaté que la cavité ainsi formée dans les lingots imparfaitement soumis au laminage n'est pas vide, mais remplie d'un mélange de 99 p. 100 d'hydrogène pour 1 d'azote, sous une pression d'environ un dixième d'atmosphère.

Mandrinage auxiliaire. — Nous avons vu comment la résistance à l'avancement du tube était, dans le laminoir simple représenté par la figure 3, constituée par l'action seule des cônes lamineurs. Cette action devient insuffisante lorsqu'on veut accélérer l'avancement du tube : il est alors nécessaire de guider son extrémité par un mandrin, que vous voyez représenté par la figure 9. La tête *d* de ce mandrin peut tourner librement autour de son axe. On doit avoir soin de donner à cette tête une position telle qu'elle touche le tube à l'origine même de son engrènement entre les cylindres lamineurs. C'est une position qu'il faut conserver rigoureusement, et la tige du mandrin porte, à cet effet, un filetage qui permet de la faire avancer ou reculer avec précision dans un écrou fixe. En même temps qu'il guide le débouché du tube, ce mandrin en polit la surface intérieure, qui sort ainsi du laminoir tout à fait lisse et parfaitement calibré. Il n'exerce pour cela qu'un *très faible effort*, infiniment plus faible que celui qu'il faudrait pour percer le tube, et auquel rien ne saurait résister.

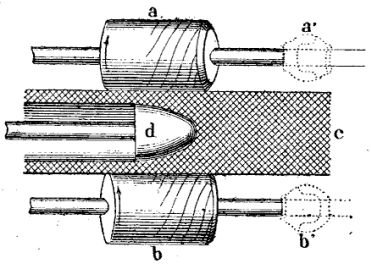


Fig. 9.

Élargissement des tubes. — Le mandrin que vous voyez représenté sur la figure 10, entre deux lamineurs particuliers A *a*, en forme de champignons, remplit un autre rôle : son but est d'élargir un tube déjà formé par le procédé que je viens de décrire. Les champignons sont commandés chacun par une machine à vapeur distincte, et réglés de façon que leurs vitesses, de sens contraire, soient toujours égales. On voit très bien sur la figure comment les parois du tube reçoivent de ces champignons un mouvement hélicoïdal, qui les avance et les étire en augmentant leur diamètre sur le mandrin E, dont la tête tourne avec le tube. L'amincissement des parois du tube s'opère graduellement, par le rapprochement des génératrices des cônes lamineurs et du mandrin vers la base du mandrin, dont le diamètre détermine l'élargissement du tube, et les champignons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont disposés de manière à imprimer aux fibres du tube une légère torsion hélicoïdale, qui s'ajoute à celle qu'elles ont reçue dans la première opération. Cette première opération a transformé le lingot d'acier plein en un tube à parois épaisses, que l'opération actuelle élargit en un tube de plus grand diamètre et à parois minces.

Les deux opérations pourraient d'ailleurs s'exécuter successivement en une seule chaude, par un même laminoir, comme celui qui est représenté schématiquement sur la figure 11, où l'on voit en F *f* les lamineurs hélicoïdaux préparateurs du tube, et en A *a* les champignons qui l'élargissent et le finissent sur le mandrin E. Dans ce cas, la vitesse et le sens du mouvement des champignons doivent être tels qu'ils impriment au tube une rotation un peu plus rapide qu'au

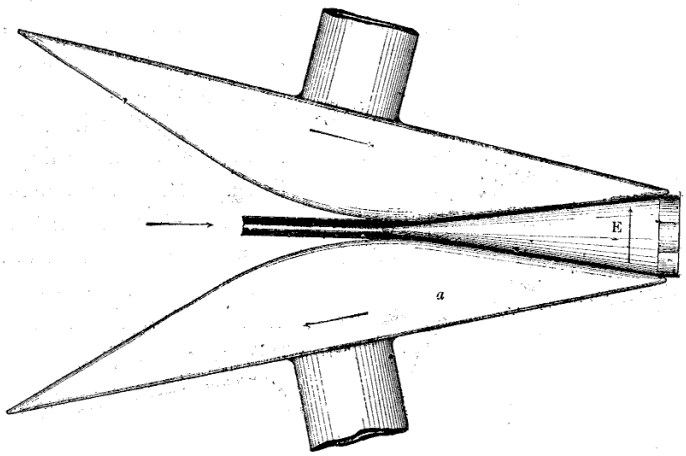


Fig. 10. — Élargissement d'un tube.

sortir des lamineurs F *f*, afin d'accélérer la formation du tube, de faciliter son élargissement, et d'assurer à ses fibres leur disposition ou leur feutrage hélicoïdal, qui augmente, comme nous le verrons, considérablement la résistance du tube.

Comparaison avec les anciens procédés. — Le procédé Mannessmann se présente donc comme un mode de fabrication des tubes absolument direct et presque entièrement mécanique : il se borne en effet à deux opérations essentielles : la chauffe du lingot d'acier et son passage au laminoir. Il contraste, par sa simplicité, non seulement avec les procédés anciens de fabrication par soudage des tôles cintrées, mais aussi avec les nombreux procédés de fabrication par étirage (1)

(1) *Revue industrielle*, 7 janvier 1888. Voir aussi les brevets anglais de *Allen* (8749 de 1885). *Crawford*, 14728 (de 1887), 18759 (de 1888), 14234 (de 1889). *Kellog*, 2933 (de 1889). *Flotow* et *Leidig*, (5268 (de 1887). *Nordenfeldt*, 17923 (de 1887). *Pilkerton*, 16934 (de 1889). *Scharp*, 491 et 5393 (de 1883), 274 (de 1887).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou laminage, en partant d'une rondelle emboutie ou percée (1). Cette simplicité frappe, dès que l'on remarque que le travail exécuté par le laminoir pour transformer d'un seul coup le lingot d'acier en un tube n'est pas plus considérable, en principe, que celui qu'il fallait autrefois pour le transformer en tôle, de sorte que l'on gagne, théoriquement du moins, la majeure partie du travail et de la chaleur nécessaires pour cintrer, souder, et réchauffer la tôle des anciens procédés.

Mais, si ce travail est moindre, il est en revanche beaucoup plus énergique, plus intense; vous vous en rendrez facilement compte en notant que les cônes lamineurs font de 250 à 300 tours par minute, et que le tube sort du laminoir a des vitesses absolument prodigieuses, qui atteignent à la circonférence, d'après Reuleaux, jusqu'à 30 mètres par seconde, c'est-à-dire une fois et demie la vitesse de l'express le plus rapide. Il suffit d'une demi-minute pour transformer en un tube une barre d'acier de 3 à 4 mètres de long et de 100 millimètres de diamètre. Le travail que le laminoir doit dépenser sur le lingot pour le transformer en un tube pendant un temps aussi court doit être évidemment très intense : on l'évalue variant de 8000 à 10000 chevaux suivant le diamètre du tube; puis, le tube une fois passé, le laminoir tourne à vide pendant un temps beaucoup plus long. Le seul moyen d'éviter, pour un pareil service, l'emploi d'un moteur d'une puissance tout à fait hors de proportion avec la résistance *moyenne* du laminoir consistait évidemment à accumuler pendant la marche à vide la puissance que l'on utiliserait ensuite, en la dépensant rapidement sur le laminoir, pendant le temps relativement très court de sa marche active, et l'accumulateur naturellement indiqué était celui que l'on rencontre sur tous les laminoirs : un volant suffisamment puissant.

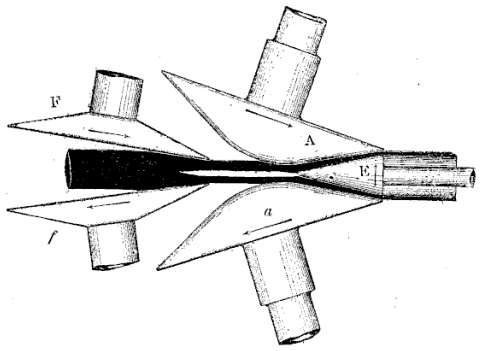


Fig. 11. — Formation puis élargissement d'un tube.

Volants en fils d'acier. — Toute la difficulté était précisément de faire un volant assez puissant, sans aboutir à des poids et à des frottements inadmissibles : il fallait, pour cela, trouver le moyen d'en augmenter considérablement la vi-

(1) *Revue industrielle*, 7 janvier 1888. Comme exemples de laminage hélicoïdal pour axes ou tubes en partant de rondelles percées, voir les brevets anglais de *Dyson* et *Hall*, 2856 (de 1870), et « Industries », 28 nov. 1890. *Randolph* et *Clowes*, 11047 (de 1890). *James Robertson*, 3677 (de 1869), 4201 (de 1878), 15752 (de 1884), 5018 (de 1888), 1627 (de 1890).

Norton et *Adcock* (American Machinist, 27 nov. 1890), Laminage à l'état fluide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tesse sans aucun danger d'explosion. Cette difficulté a été entièrement vaincue par l'emploi d'un nouveau type de volant à jante en fils d'acier et à bras en tôle, que vous voyez représenté par la figure 12. La jante de ce volant est toute en un fil d'acier, enroulé par un procédé très simple (fig. 13) sur des bras constitués par des tôles courbées et rivées aux deux plateaux du volant, également en tôle. La rigidité de ces bras et leur assemblage avec les plateaux et le noyau du volant

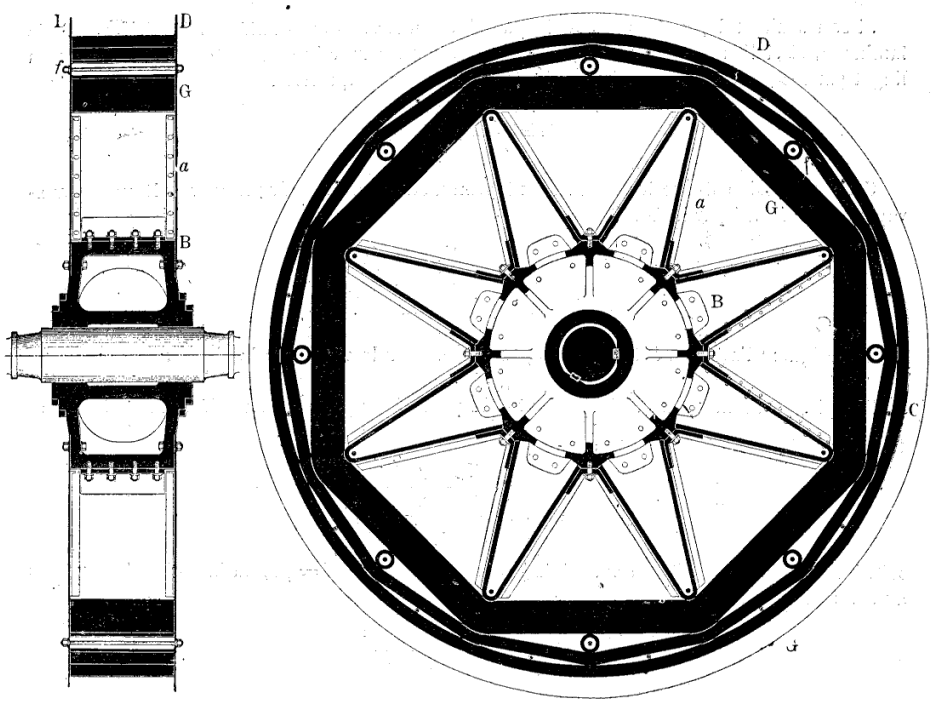


Fig. 12. — Volant Mannessmann en fil d'acier.

G, Jante constituée par trois enroulements en fil d'acier disposés entre deux plateaux en tôle D D, sur des bras en tôle *a* et sur des entretoises *f*, de manière que le dernier enroulement soit cylindrique. Les bras *a* sont rivés aux plateaux D, et boulonnés au tourteau en fonte B.

les empêchent absolument de céder en fléchissant sous l'entraînement de la jante, lors de l'engrènement du lingot, et la grande résistance du fil d'acier met la jante à l'abri de tout danger de rupture par la force centrifuge, même avec des vitesses tangentielles de 100 mètres par seconde. Il est facile de se rendre compte qu'à de pareilles vitesses, la puissance accumulatrice du volant devient absolument formidable (1). Il me suffira de citer comme exemple le volant de l'un des

(1) Désignons, en effet, par v la vitesse moyenne de la jante ; par v' sa vitesse après la passe,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

laminoirs de *Landore*, l'usine de la *Mannessmann Tube C°*, dont la jante, en fils d'acier de 5 millimètres, a 6 mètres de diamètre, pèse 70 tonnes, et marche à

et par m sa masse. Le travail A, restitué par le volant pendant la passe, est donné, avec une approximation suffisante, par la formule

$$A = \frac{m}{2}(v^2 - v'^2).$$

Si ce travail est dépensé en t secondes, à vaincre une résistance uniforme P, produite par le laminage, et si l'on désigne par s le chemin parcouru par le lingot, le travail de poussée du lingot par seconde, ou le travail utile S, sera donné par l'expression

$$S = \frac{Ps}{t} = m\frac{(v^2 - v'^2)}{2t}$$

Cette expression donne le travail en kilogrammètres par seconde ; le travail N en chevaux-vapeur sera donné par la formule

$$N = \frac{Pc}{75} = m\frac{v^2\left[1 - \left(\frac{v'}{v}\right)^2\right]}{150\,t},$$

$c = \frac{s}{t}$ désignant l'avancement du lingot par seconde, ou la vitesse du laminage.

Remplaçant la masse m par le quotient $\frac{G}{g}$ du poids de la jante par l'accélération de la pesanteur, il vient

$$N = G\frac{v^2\left[1 - \left(\frac{v'}{v}\right)^2\right]}{150\,gt},$$

soit, par tonne de 1 000 kilogrammes à la jante, et en prenant $v' = \frac{1}{2}v$, ou la moitié de la vitesse au commencement de la passe,

$$N_1 = \frac{3 \times 1000}{4 \times 150 \times 9{,}81}\frac{v^2}{t}$$

ou, en chiffres ronds, $N_1 = \frac{1}{2}\frac{v^2}{t}$.

Si la durée de la passe, soit au laminage plein, soit au laminage par disques, est de 30 secondes, chaque tonne de la jante fournira, d'après cette formule, $\frac{v^2}{60}$ chevaux-vapeur, ou

Pour des vitesses.	$v = 40^m$	60^m	80^m	100^m
Chevaux-vapeur.	$N_1 = 27$	60	107	$166\frac{2}{3}$

En particulier, pour la vitesse de 80^m, employée par les inventeurs, nous aurons, en chiffres ronds, 100 chevaux-vapeur par tonne de jante.

Il en résulte qu'un volant de 40 tonnes peut fournir, avec cette vitesse, 4 000 chevaux-vapeur pendant 30 secondes.

Pour restituer de nouveau au volant cette puissance vive en 5 minutes par exemple, il suffit d'une machine motrice d'une puissance égale au dixième de celle du volant, ou de 400 chevaux. Pour un volant de 30 tonnes, il suffirait d'un moteur de 300 chevaux. (Reuleaux.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

240 tours par minute, c'est-à-dire à une vitesse tangentielle de 75 mètres par seconde. La puissance vive accumulée à cette vitesse dépasse 20 millions de kilogrammètres, ou 74 chevaux-heure; c'est-à-dire, qu'une machine de 74 chevaux devrait travailler pendant plus d'une heure rien que pour imprimer cette vitesse au volant supposé sans résistances passives d'aucune sorte. Le laminoir est mené par une machine de 1 200 chevaux, de sorte que, si nous supposons, comme le fait Reuleaux, que la passe dure une demi-minute et que la vitesse du volant diminue pendant ce temps de moitié — ou sa force vive des trois quarts, soit de 15 millions de kilogrammètres, — la somme des travaux fournis par la machine de 1 200 chevaux et restitués par le volant pendant cette passe sera à peu près de

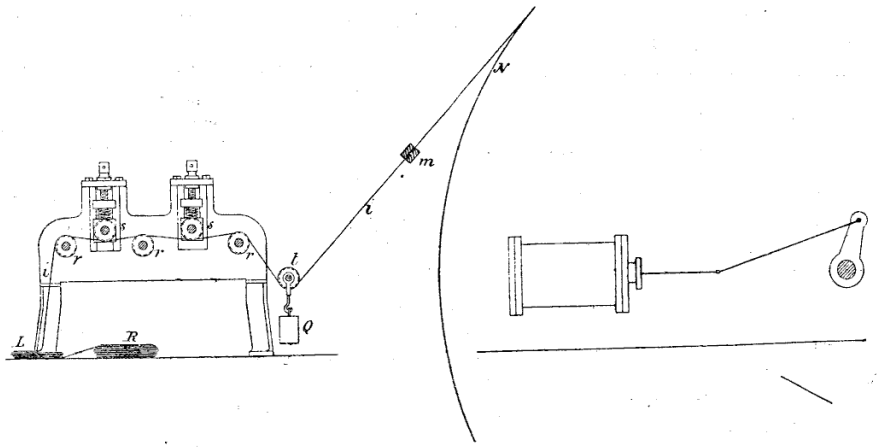


Fig. 13. — Enroulement de la jante du volant (fig. 12).

Le fil d'acier *i i*, guidé par une filière *m*, redressé par les galets *r s* et tendu par le poids Q, se déroule de R L sur le volant N, mû par une machine à vapeur.

$1200 \times 75 \times 30 + 15\,000\,000 = 17\,700\,000$ kilogrammètres, au taux de $\frac{17\,700\,000}{30 \times 75} = 7\,900$ chevaux-vapeur.

La machine de 1 200 chevaux munie de ce volant aura donc, pendant la passe, entraîné le laminoir avec autant d'énergie qu'une machine de 10 000 chevaux sans volant, c'est-à-dire avec une puissance six à sept fois plus grande que la sienne. On a donc réalisé, grâce à cette construction très simple d'une jante en fils d'acier sur bobine en tôle, un volant absolument sans danger et infiniment plus puissant à poids égal que les volants en fonte ordinairement employés pour les laminoirs, où ils sont une cause perpétuelle de dangers et d'accidents parfois terribles. On ne saurait trop attirer sur ce point l'attention des maîtres de forge.

Engrenages. Accouplements. — Mais ce volant en fils d'acier n'est pas la seule des inventions auxiliaires auxquelles MM. Mannessman ont été conduits pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arriver enfin, après les travaux les recherches et les tâtonnements les plus pénibles, les plus longs et les plus coûteux, à rendre leur procédé véritablement industriel. Il restait, en effet, après cette grosse difficulté du volant, et bien d'autres de détail, à résoudre deux problèmes de mécanique appliquée des plus difficiles : trouver les engrenages assez résistants pour transmettre aux laminoirs cette puissance si énergique et si variable du volant, ainsi que des manchons d'accouplement capables de conduire sans chocs, et à de pareilles vitesses, les cylindres lamineurs.

Ici encore, je préfère laisser la parole à M. Reuleaux, qui n'a probablement pas été tout à fait étranger à l'heureuse solution de ces difficultés :

Le problème de la force motrice une fois résolu, il se présente une difficulté nouvelle relative à l'organisation de la machine.

L'entrée et la sortie du lingot ayant lieu dans le sens de l'axe longitudinal des cylindres lamineurs, on ne pouvait évidemment pas placer le volant dans le prolongement de ces axes. On dut employer une disposition d'ensemble analogue à celle de la figure 14, qui implique l'emploi d'une transmission par roues d'angle du volant aux cylindres.

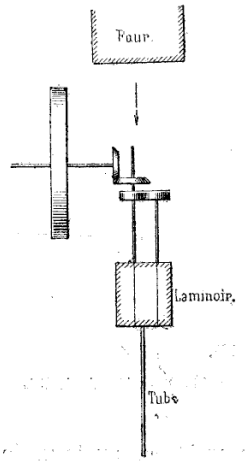


Fig. 14.

Or, les roues d'angle ordinaires ne s'attaquent que par des surfaces de frottement très faibles, larges au plus de 2^{mm}, de sorte que, pour une longueur de denture de 400^{mm}, par exemple, les surfaces en contact atteignent à peine 800^{mmq} : il en résulte une pression excessive par millimètre carré. La poussée totale sur les dents, nécessaire pour le laminage, est de 50 000 kilogrammes, et conduirait à une pression par millimètre carré de

$$\frac{5000}{80^0} = 6^{kg},25.$$

Sous une telle pression, les flancs des dents s'usent avec une rapidité inadmissible, d'autant plus que, dans notre cas, le moindre défaut de construction devient aussitôt désastreux.

En présence de pareilles circonstances, il ne restait pas autre chose à faire que d'inventer un nouveau système de roues exempt de ces inconvénients. La figure 15 représente schématiquement en a et b une paire de roues de cette espèce.

Les dents a', b' sont construites de telle sorte que la dent b' s'engage entre les deux surfaces planes et parallèles de la dent a', exactement comme un tenon s'engage dans une mortaise, par des surfaces de contact parallèles. Chacune des roues porte un même nombre de ces dents.

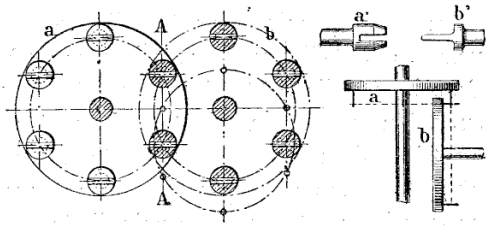


Fig. 15.

On voit que, si l'on place les deux roues de telle sorte que leurs axes soient parallèles, si le mouvement est uniforme, et si les surfaces des tenons et des mortaises sont maintenues constamment parallèles, les tenons et les mortaises engrèneront en glissant les uns sur les autres suivant leurs faces parallèles de contact. Pour arriver à ce résultat, les dents sont arti-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

culées aux roues par des tourillons, et les surfaces des tenons et des mortaises sont maintenues constamment parallèles par un mouvement de parallélogramme.

On peut de cette façon donner aux dents des surfaces de contact aussi grandes qu'on le veut. Comme ces propriétés d'engrènement parallèle se conservent si l'on fait tourner une des roues autour de l'axe AA comme charnière, on peut faire faire aux axes un angle de 90° par exemple, comme dans le cas de la figure 14.

Avec des surfaces de tenon et de mortaise de $100^{mm} \times 100^{mm}$, ou de $10\,000^{mmq}$, on ne

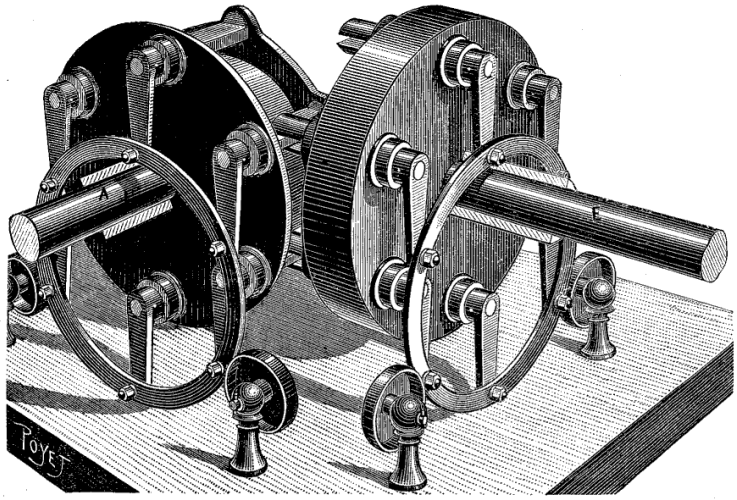


Fig. 16. — Modèle d'engrenages Mannessmann conduisant deux arbres rectangulaires A et E (fig. 18 et 19.)

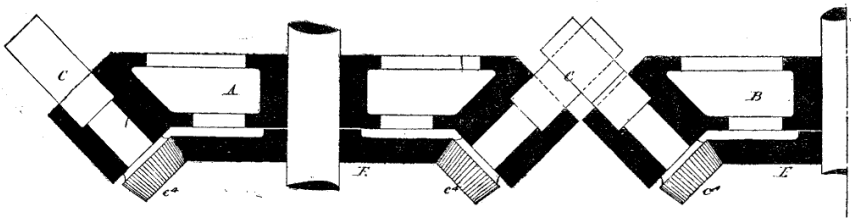


Fig. 17.

dépasse pas, pour la poussée de 5 000 kilogrammes, nécessaire au laminage, une pression de $\frac{1}{2}$ kilogramme par millimètre carré, analogue à celle que supportent les fusées d'essieux de chemins de fer.

On a donc, avec ce genre de roues, vaincu la difficulté qui s'était élevée pour transmettre à angle droit le mouvement de l'arbre du volant à celui des cylindres (1).

Une autre question, que les inventeurs durent élucider de bonne heure, fut celle des manchons d'accouplement qui relient les arbres moteurs à ceux des cylindres, qui subissent un dé-

(1) On trouvera une étude complète de ces engrenages dans les brevets anglais 11504 de 1889 et 7304 de 1890. La figure 17 indique comment on peut, dans les cas d'engrenages coniques A B remplacer le mouvement parallèle E R D des figures 18 et 19 par le roulement des pignons *c c* sur les pignons E.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

placement angulaire considérable pendant la marche; leur inclinaison doit en effet varier à volonté très largement, et l'on doit éviter tout mécanisme encombrant et délicat.

Les anciens systèmes d'accouplement, tels que l'articulation en croix de Hooke, par exemple, ne peuvent servir ici à cause de la rapidité des mouvements. Ils occasionnent, en raison de la

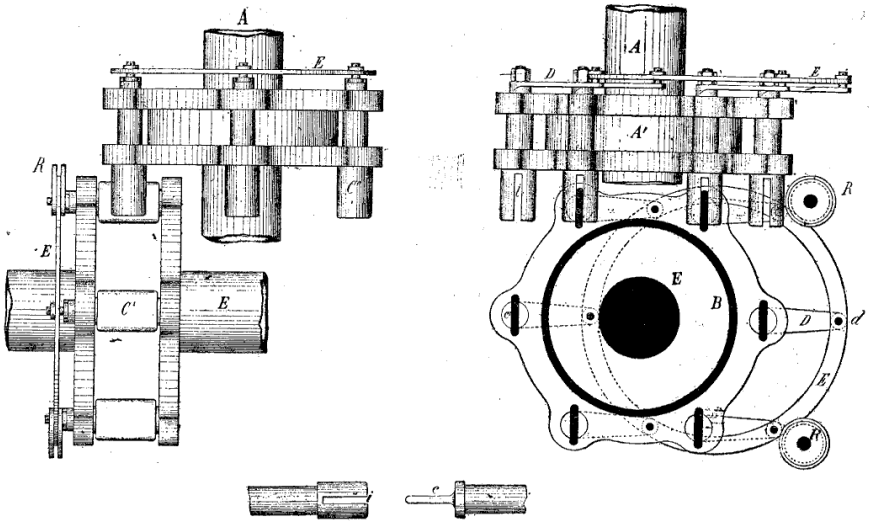


Fig. 18 et 19. — Engrenages rectangulaires; détail du mouvement parallèle.

Les tenons c', entraînés dans la rotation du tambour B, et les mortaises i, entraînées par A A', sont guidés par les bielles D D des cercles E E, roulant sur les galets R R de manière qu'ils restent constamment dans les mêmes plans parallèles, s'abordent et se suivent normalement.

grandeur des efforts et des vitesses, des chocs énergiques, et tiendraient, en outre, beaucoup trop de place. Le nouveau système de manchons d'accouplement imaginé par les inventeurs est dérivé du système de roues à contacts plans que nous avons décrit ci-dessus.

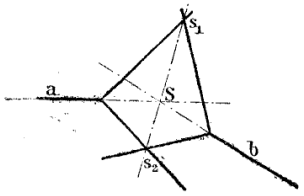


Fig. 20.

Supposons (fig. 20) deux axes a et b, convergeant vers un point S, et dont les extrémités sont à égale distance de ce point S. Armons chacune des extrémités de a et b de deux bras faisant des angles égaux avec ces axes et tels que les deux paires de bras soient en contact aux points s_1 et s_2. Si l'on fait tourner les axes a et b, les bras resteront en contact, et le point s_1 viendra en s_2 après avoir décrit dans le plan $s_1 s_2$ une section conique, qui sera, selon l'angle des axes a et b entre eux, une parabole, une hyperbole, une ellipse ou un cercle.

Pour matérialiser cette idée, MM. Mannessmann ont imaginé une articulation qui consiste en deux demi-cylindres a' et b' (fig. 21) glissant l'un sur l'autre par leur face plane de contact; les deux surfaces cylindriques extérieures sont logées dans l'enveloppe du manchon de manière à pouvoir prendre le mouvement voulu pendant la rotation du système. C'est au moyen de quatre articulations semblables que MM. Mannessmann constituent leurs manchons d'embrayage : deux articulations pour la marche en avant, deux pour la marche en arrière.

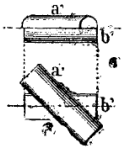


Fig. 21.

Des manchons de ce type fonctionnent depuis deux ans d'une manière satisfaisante. Ils ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tiennent que très peu de place. Les corps des manchons sont en acier fondu, et les bras *a'* et *b* en bronze dur.

L'invention de ces manchons d'accouplement comble une lacune importante dans la série des éléments de construction des mécanismes (1).

Tout, d'ailleurs était d'une difficulté extrême dans la réalisation de ce procédé;

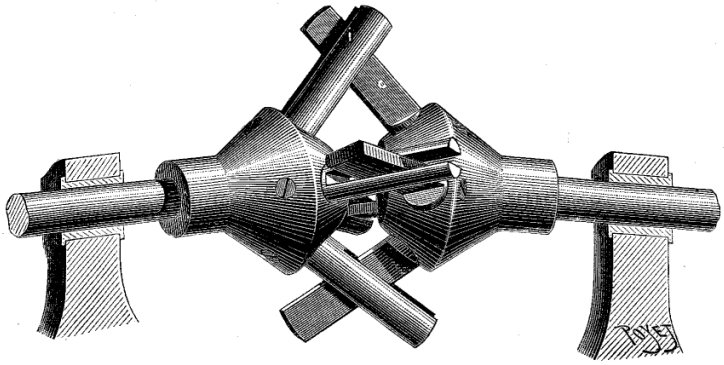


Fig. 22. — Modèle exposant le principe de l'accouplement Mannessmann.
Les tenons *c* et leurs mortaises *i* tournent librement autour de leurs axes dans leurs embases.

jamais conception plus audacieuse, presque téméraire au premier aspect, et comme paradoxale, n'a été séparée de sa réalisation par plus d'obstacles accumulés, moraux autant que matériels. Sans parler des tâtonnements sans nombre, des échecs inévitables avant d'arriver à déterminer la forme et la vitesse les plus convenables dans chaque cas aux cylindres lamineurs, leur montage même, d'une précision absolue (on doit pouvoir ajuster les cylindres lamineurs à 1/2 millimètre près) en même temps que d'une solidité à toute épreuve, a présenté les difficultés d'exécution les plus considérables; tellement que l'on ne sait ce qu'il faut le plus admirer, de l'idée si originale qui est le principe essentiel de cette invention, ou de la persévérance et de la force d'âme qui ont permis de l'amener enfin à une réalisation pratique excessivement remarquable. J'insiste sur ce point, convaincu que, souvent, ce sont ces qualités morales, qui, presque autant que l'intelligence, le savoir ou même le génie de l'inventeur, décident du succès.

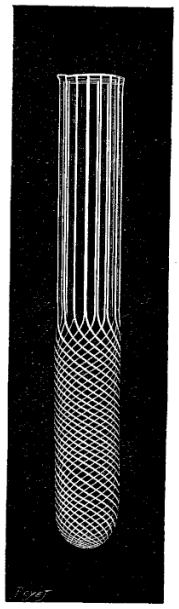


Fig. 23.

Résistance des tubes. — Il ne me reste plus qu'à vous dire quelques mots de la qualité de ces nouveaux tubes sans soudure. L'absence de soudures est déjà, à elle seule, une garantie des

(1) On trouvera une description d'un grand nombre de variantes de ces accouplements dans le brevet anglais Mannessmann n° 12697 de 1889, la figure 22, qui représente le modèle d'accouplement présenté à la Société, permet d'ailleurs d'en saisir le principe mieux que l'image schématique de Reuleaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus précieuses pour la résistance de ces tubes aux pressions élevées; mais les tubes Mannessmann en présentent deux autres, par la nature même de leur fabrication, dont aucun métal médiocre ne saurait supporter le travail, et par l'action de feutrage et de torsion des fibres, qui augmente encore la résistance et la ductilité de ce métal, si sûrement éprouvé par son laminage même. Une bande de tôle découpée longitudinalement dans un tube Mannessmann donne des éprouvettes d'une résistance et d'une ductilité exceptionnelles, et l'on peut encore en augmenter la ténacité en redressant un peu ses fibres par un second laminage, qui achève de les feutrer en un tout absolument homogène.

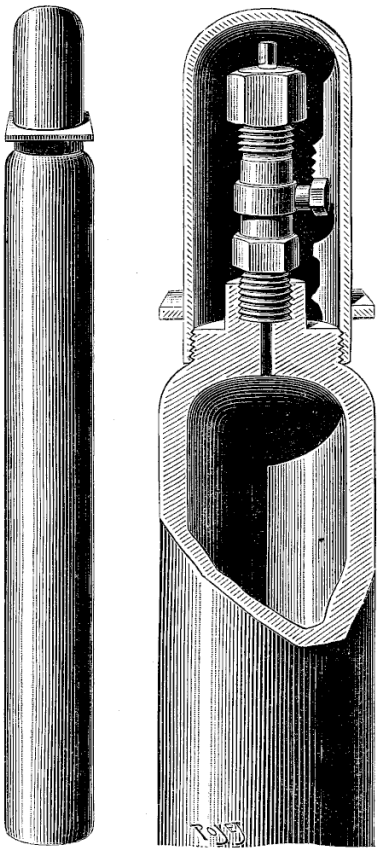


Fig. 24. — Bonbonnes sans soudures pour gaz liquéfiés.

Cette disposition hélicoïdale des fibres, caractéristiques des tubes Mannessmann, nous est représenté d'une manière frappante (fig. 23) par ce tube de verre, sur lequel on a figuré par des veines blanches les fibres du métal. La première partie de ce tube est simplement étirée, les fibres y sont droites, comme dans les tubes ordinaires; la seconde partie est tordue comme dans le procédé Mannessmann, et vous y voyez très distinctement la disposition hélicoïdale des fibres. Cette disposition se voit aussi très bien sur cette tige du métal Delta, qui a été passée au laminoir Mannessman, mais seulement jusqu'au commencement de la formation d'un tube, dont on reconnaît clairement l'amorce dans l'axe du métal.

Les tableaux ci-après, empruntés à des essais exécutés à Landore, permettent de se rendre facilement compte de l'excès de résistance acquis par le procédé Mannessmann, et les échantillons que vous avez sous les yeux (fig. 27) vous convaincront mieux encore de la parfaite homogénéité et de la ductilité extrême de ces tubes. Dans certains cas, des tubes ont tenu à des pressions d'eau allant jusqu'à une tension de 110 kilog. par millimètre carré du métal. Reuleaux cite un tube de 37 millimètres de diamètre extérieur et de 3 millimètres 1/2 d'épaisseur, qui a supporté en s'élargissant, mais sans se rompre, une pression de 1700 atmosphères.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ESSAIS DE TUBES A L'ÉCRASEMENT

I. — *Tubes Mannessmann en acier.*

Diamètre extérieur avant tournage, 114 millimètres; longueur totale, 445 millimètres; longueur essayée, 250 millimètres.

Diamètre extérieur.	Épaisseur.	Résistance limite par mill. q.
millim.	millim.	kilogr.
113	1,15	33
114	1,80	40
114	2,40	44
115	3,05	(1)

Essai à la traction d'une éprouvette prise le long du tube. Rupture à 55 kilogrammes par millimètre; allongement, 25 p. 100 sur 200 millimètres; striction, 54,2 p. 100.

II. — *Tubes Mannessmann en acier.*

Diamètre extérieur avant tournage, 89 millimètres; longueur totale, 445 millimètres; longueur essayée, 250 millimètres.

	Diamètre extérieur.	Épaisseur.	Résistance limite par mill. q.
	millim.	millim.	kilogr.
A.	84	1,4	29,3
B.	84	1,5	40 (2)
C.	85	2,16	44
D.	84	3,30	55

Essai à la traction d'une éprouvette prise le long du tube. Rupture à 58 kilogrammes; allongement, 20 p. 100 sur 200 millimètres; striction, 42,5 p. 100.

III. — *Tubes en fer soudés à recouvrement.*

Diamètre extérieur avant tournage, 99 millimètres; longueur totale, 445 millimètres; longueur essayée, 250 millimètres.

	Diamètre extérieur.	Épaisseur.	Résistance limite par mill. q.
	millim.	millim.	kilogr.
A.	91,5	0,9	27,6
B.	94	1,8	28,4
C.	95	2,5	31,4
D.	96	3,05	33

(1) La machine à essayer ne put produire aucun effet appréciable sur le tube D.
(2) Les tubes B, C et D se plièrent sans s'ouvrir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La ductilité du métal travaillé par ce procédé est vraiment remarquable, comme vous pouvez vous en convaincre par les nombreux spécimens d'essais à la compression que vous avez sous les yeux ; voici par exemple (fig. 26) des tubes de 300 mil-

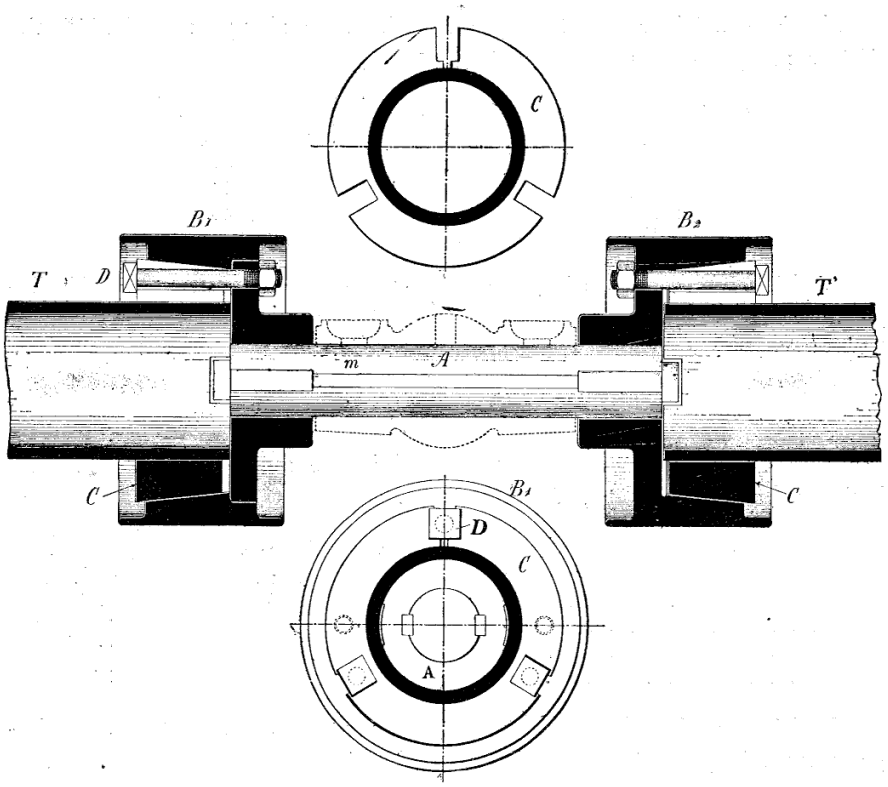


Fig. 25. — Arbre de transmission Mannessman.

A, Arbre de transmission plein pour réduire les frottements des paliers, — T T' Tubes résistant mieux à la flexion et à la torsion que l'arbre plein du même poids, et assemblés avec A par deux manchons B_1 B_2, calés en *m*, et serrés sur les tubes par des viroles coniques fendues C, à boulons de rappel D.

limètres de diamètre et de $0^{mm},5$ d'épaisseur, qui ont été raplatis comme des gibus sans la moindre crique.

Les tubes Mannessmann conviennent donc parfaitement pour tous les emplois où l'on a besoin d'une étanchéité parfaite et d'un métal tout à fait homogène. Tel est le cas des tubes de chaudières, de freins, de canalisations sous pression, etc. Comme exemples, je citerai deux importantes canalisations en tubes d'acier de 100 millimètres de diamètre et de 5 millimètres d'épaisseur, fabriqués par l'usine autrichienne de Komotau, destinées l'une à une conduite d'eau de 50 kilomètres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour une usine de nitrate du Chili, et l'autre à une conduite de pétrole de Bakou. Cette dernière conduite, en tubes de 5 à 7 mètres de long, a 25 kilomètres, et refoule le pétrole à près de 1000 mètres de haut. Les tubes ont été essayés à 175 atmosphères.

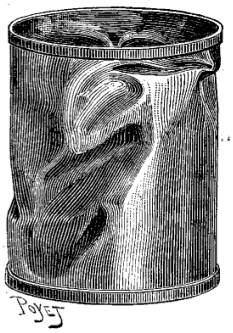


Fig. 26.

On peut faire des tubes Mannessmann de très grande longueur — 15 à 20 mètres, — propriété qui les rend très précieux pour la fabrication des serpentins destinés à renfermer des gaz sous des pressions élevées, comme l'ammoniac et l'acide carbonique liquifiés des machines frigorifiques. M. Gordon montrait, à sa conférence devant la Société des Arts de Londres, un serpentin d'une seule pièce de 21 mètres de long, de 75 millimètres de diamètre intérieur, de 5 millimètres d'épaisseur, pesant 325 kilogrammes, et tiré d'un lingot d'acier de $3^{m},60$ de long.

Parmi les applications particulières des tubes Mannessman, je citerai encore les deux suivants. L'une d'elles, purement du domaine de l'ingénieur, est repré-

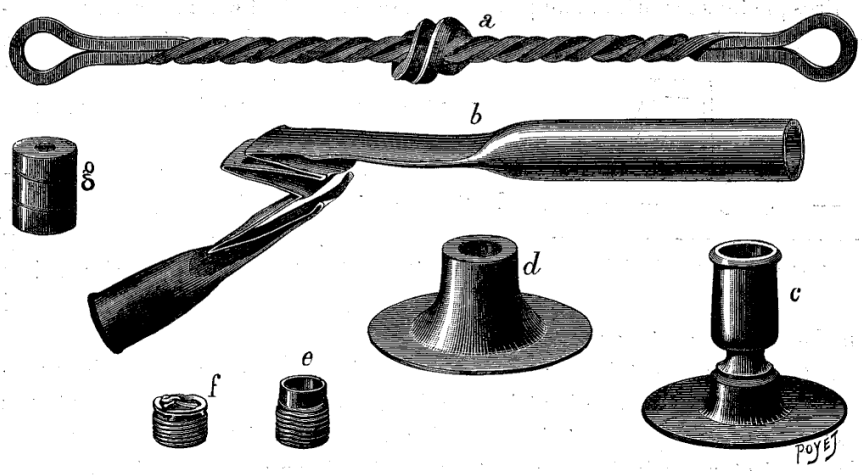


Fig. 27. — Échantillons divers de tubes Mannessmann.

a, nneau découpé dans un tube d'acier de 360 millimètres de diamètre et de 5 millimètres d'épaisseur, aplati, tordu t noué à froid. — *b*, Tube de 30 millimètres de diamètre et de 27 millimètres d'épaisseur, aplati et brisé à froid sans criques. — *c*, Chandelier embouti à froid d'un tube de 25 millimètres de diamètre. — *d*, Tube à fusil étendu à froid. — *e*, *f*, Tubes de 25 à 30 millimètres de diamètre et d'un demi-millimètre à 1 millimètre d'épaisseur, aplatis à froid — *g*, Tube à fusil tourné, puis oxydé, montrant la disposition hélicoïdal des fibres.

sentée par les figures 25, et permet de réduire considérablement le poids des gros arbres de transmission — des arbres d'hélice par exemple — ainsi que les frotte-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ments de leurs paliers. L'autre application est d'un tout autre ordre, mais mérite néanmoins d'être signalée : les lances de la cavalerie allemande sont faites non pas en bois, mais en tubes Mannessmann, plus solides et plus légers.

Voici les tubes avec lesquels on fabrique presque exclusivement aujourd'hui les canons de fusil de l'armée allemande. Vous voyez ici des tubes de canons de tous les diamètres, depuis $0^m,25$, et de toutes les épaisseurs, depuis 15 millimètres jusqu'à 36 millimètres, qui constituent un produit industriel entièrement nou-

Fig. 23. — Pièce de pont creuse laminée d'un tube Mannessmann.

veau. Il est presque inutile d'insister de nouveau sur la résistance et l'homogénéité exceptionnelles de ces tubes de canons, destinés à l'artillerie anglaise.

Dans un autre ordre d'idées, voici des tubes de sondages pour les puits artésiens extrêmement résistants et légers, dont l'assemblage fileté est absolument lisse.

Presque tous les métaux un peu ductiles se comportent comme l'acier au laminage hélicoïdal : voici, par exemple, deux tubes d'aluminium de 100 millimètres de diamètre, ayant l'un 3 millimètres et l'autre 6 millimètres d'épaisseur, obtenus par ce procédé.

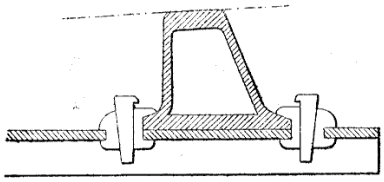


Fig. 29. — Rail creux laminé d'un tube Mannessmann.

On installe à Duisbourg une usine destinée spécialement à la fabrication des tubes Mannessmann en cuivre et en bronze. Il y aurait grand intérêt à pouvoir fabriquer ainsi de gros tubes en bronze d'aluminium qui remplaceraient avantageusement les tubes en cuivre des machines marines. On sait, en effet, que ces tubes font souvent explosion, non seulement par leur soudure, mais aussi parce que la résistance du cuivre baisse considérablement avec la température. D'après M. A. Le Chatellier, un cuivre résistant à 25 kilogrammes à la température ordinaire se rompt à 20 et 17 kilogrammes aux températures de 150 et 200°, correspondant à des pressions de vapeur de 5 et 15 atmosphères, tandis que le bronze d'aluminium présente encore à ces températures des résistances de 51 et 49 kilogrammes plus que doubles de celles du cuivre (1).

On fabrique ces tubes de tous les diamètres nécessités par l'industrie. En voici un de 6 mètres de long, de $0^m,360$ de diamètre et de 5 millimètres d'épaisseur. Le nouveau laminoir de Landore sera établi pour aller jusqu'à $0^m,80$ de diamètre

(1) *Comptes rendus*, 1er juillet 1889.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de manière à pouvoir remplacer avec une économie de poids considérable les plus grosses conduites en fonte.

Enfin, les procédés du laminage hélicoïdal de MM. Mannessmann ne sont pas limités aux tubes, qui n'en sont que l'application principale. Ils peuvent, en effet, s'adapter à la fabrication de presque toutes les pièces creuses utilisables en grand dans la construction et dans l'industrie, depuis les obus et les frettes de canons jusqu'aux pièces de pont d'égale résistance (fig. 28) et aux rails à section homogène représentés par la figure 29, qui remplaceraient avantageusement les gros rails pleins actuellement exigés par les charges toujours croissantes des locomotives.

Il s'agit donc bien, comme je le disais au début de cette communication, d'une industrie des plus considérables en elle-même et par ses attaches, en train de subir une modification complète, bien digne d'attirer, par son importance, l'attention de notre Société.

BIBLIOGRAPHIE

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

La *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* reçoit les publications suivantes :

Aéronaute.
Annales de Physique et de Chimie.
— *de la Sociedad Rural Argentina.*
— *de l'École polytechnique de Delft.*
— *des Mines.*
— *des Ponts et Chaussées.*
— *du Commerce extérieur.*
— *télégraphiques.*
Année scientifique, par L. Figuier.
Bibliographie de la France, journal de l'Imprimerie et de la Librairie.
Boletin de la Sociedad de Fomento fabril.
— *de minas* (*Lima*).
Bulletin de l'Aéronautique.
— *de l'Association des Élèves de M. Frémy.*
— *de l'Association philotechnique.*
— *de la Société centrale des Architectes français.*
— — *chimique de Paris*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bulletin de la Société d'Agriculture de Valenciennes.
— — *de Géographie.*
— — *de Géographie commerciale de Paris.*
— — *d'Émulation d'Abbeville.*
— — *de l'Industrie minérale* (avec *Atlas*).
— — *de Photographie.*
— — *des Sciences et Arts du Havre.*
— — *industrielle d'Amiens.*
— — — *d'Angers.*
— — — *d'Elbeuf.*
— — — *de Mulhouse.*
— — — *de Reims.*
— — — *de Rouen.*
— — *internationale des Électriciens.*
— *de l'Institut égyptien.*
— *des Séances de la Société nationale d'Agriculture.*
— *du Comité des Forges de France.*
— *officiel de la propriété industrielle et commerciale.*
— *consulaire français.*
— *du Comité des travaux historiques et scientifiques* (*section des sciences économiques et sociales*).
— *du Ministère de l'Agriculture.*
— *du Ministère des Travaux publics.*
— *de Géographie historique et descriptive.*
— *général de la Papeterie.*
— *de la Chambre syndicale de l'ameublement.*
— *du Syndicat des ingénieurs civils.*
— *de Statistique et de législation comparée du Ministère des Finances.*
— *de Statistique et de législation comparée du Ministère des Travaux publics.*

Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des écoles nationales d'Arts et Métiers.

Chemical News.

Chercheur.

Comptes rendus de l'Académie des sciences.
— *de l'Académie des sciences physiques et mathématiques de Naples.*

Cosmos.

Dingler's polytechnisches Journal

Économiste français.

Électricien.

Engineering.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Farben-Industrie.
Gaz.
Gazette de l'Université de Kief.
Génie civil.
Industria.
Industrie française.
Institution of Mechanical Engineers.
Invention.
Iron.
Journal American of Science.
— *d'Agriculture pratique.*
— *de l'Agriculture,* fondé par M. Barral.
— *d'Éducation populaire.*
— *de la Société nationale d'Horticulture de France.*
— *des Fabricants de sucre.*
— *d'Hygiène (climatologie).*
— *of the Franklin Institute.*
— *of the Society of Arts.*
— *of the Society of chemical industry.*
— *de Pharmacie et de Chimie.*
Lumière électrique.
Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs civils.
Mémoires de la Société d'Agriculture du département de la Marne.
Memorias de la Sociedad scientifica Antonio Alzate.
Moniteur scientifique du Dr Quesneville.
Moniteur officiel du commerce.
Nature,
Nature (la).
Nouvelles Annales de la construction d'Oppermann.
Official Gazette of the United States patent office.
Portefeuille économique des machines d'Oppermann.
Proceedings of the royal Society of London.
Revue chronométrique, journal de l'Horlogerie française.
— *de Géographie.*
— *de l'Architecture.*
— *des Arts décoratifs.*
— *des Travaux scientifiques.*
— *des Deux Mondes.*
— *du Génie militaire.*
— *générale des Chemins de fer.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Revue générale des Machines-outils et des appareils de levage.
— *internationale de l'Électricité.*
— *maritime et coloniale.*
— *scientifique.*
— *Sud-Américaine.*
— *universelle des inventions nouvelles.*
Science illustrée.
Séances de la Société française de physique.
Semaine des constructeurs.
Smithsonian miscellaneous collections.
Smithsonian contributions to knowledge.
Tour du Monde.
Transactions of the institution of Engineers.
Valentin Haüy.
Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleiszes.
Zapiski (*Mémoires de la Société Impériale technique de Russie*) *et Brevets d'invention.*
Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 9 janvier 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

M. le Président, en ouvrant la séance, exprime à la Société sa profonde gratitude pour l'honneur qu'elle a bien voulu lui conférer une troisième fois, en le maintenant, pour cette année encore qui sera la dernière d'après le règlement, au fauteuil de la Présidence.

M. Paul Gury, rue de Preize, à Troyes (Aube). — Système pour la suppression du *bouclage* dans l'attelage d'un cheval. (Arts mécaniques.)

M. Adolphe Tabouret, ouvrier boulanger, rue de Vaugirard, 345. — Pétrin mécanique. (Arts mécaniques.)

M. Renodier fils, rue du Pont-Saint-Pierre, 10, à Toulouse. — Echantillons de mélanges de ciment à prise lente et de plâtre de Paris pour moulages. (Constructions et beaux-arts.)

M. Casella, rue du Vertbois, 52. — Guide électro-lumineux à piston flotteur, sonnerie d'appel et d'alarme, appliqué aux chaudières à vapeur. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Lefebvre, géomètre, rue Saint-Louis-en-l'Ile, 31. — Système pour la préservation des pavés en bois. (Constructions et beaux-arts.)

M. Alfred Basin, à Lillers (Pas-de-Calais). — Mémoire sur la vaporisation instantanée. (Arts mécaniques.)

M. Serullas, rue Molière, 20. — Note sur la mission qui lui a été confiée par la direction des postes et télégraphes, pour étudier la reconstitution des plans de gutta-percha en Malaisie. (Arts économiques.)

M. le vicomte de Wolbock, à Kercado près Carnac (Morbihan), adresse, comme complément de sa précédente communication sur l'ostréiculture, un ouvrage intitulé : *Aquiculture de Kercado-Kerdrowras, fondée par M. de Wolbock.* Etude par *M. Féry d'Esclands.* (Agriculture.)

M. Ravaz, rue Saint-Martin, 16, à Cognac (Charente). — Mémoire sur l'adaptation au sol des vignes; variétés hybrides. (Agriculture.)

M. Renaud, lithographe, rue des Carbonnets, à Bois-Colombes (Seine). — Programme complet pour l'apprentissage de tout ce qui peut concerner la lithographie et ses dérivées. (Constructions et beaux-arts.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Note sur la combinaison de l'azote ave d'autres éléments chimiques sans l'intervention des microbes. (Arts chimiques.)

M. Prosper de Laffitte, ancien élève de l'Ecole polytechnique. — Brochure intitulée : *Essai d'une théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels.* (Commerce.)

M. Vessélowsky, conseiller d'État actuel, correspondant de la Société, envoie plusieurs numéros du journal *l'Economiste russe,* qu'il publie à Saint-Pétersbourg. (Bibliothèque.)

Les ouvrages et articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Patronage industriel des enfants de l'ébénisterie. Compte-rendu de la distribution des prix aux élèves du concours 1889 et des travaux du patronage pendant l'exercice 1889-90.

Revue d'aéronautique. 4e livraison, 1890. *Des ascensions libres en pays de montagnes et en particulier autour de Grenoble,* par le lieutenant *Voyer.* — *Expériences du tir contre les ballons,* par le lieutenant d'artillerie *Soreau.*

Proceedings de l'Institution des Ingénieurs-mécaniciens, juillet 1890. Distribution d'eau de Sheffield. Étude sur les rails d'acier.

Bulletin de l'Association pour les progrès de l'industrie, à Berlin. — *Sur le transport de la force à Paris, par l'air comprimé, système Popp.* — *Sur les ascenseurs hydrauliques.*

Brochure sur l'Isonandra Percha ou I. Gutta, par *M. Serullas.*

Chambre de commerce de Paris. Régime douanier. Réponses complémentaires à la quatrième question du questionnaire du Conseil supérieur du commerce et de l'industrie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

M. Adelson Aude, ingénieur-directeur des anciens établissements Salarnier, à Paris; présenté par *M. J. Farcot.*

M. Briot, inspecteur des forêts, à Chambéry; présenté par *M. Demontzey.*

M. Lodin, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines; présenté par *M. Haton de la Goupillière.*

M. Gustave Mégy, ingénieur-mécanicien, à Paris; présenté par *M. Brüll.*

NOMINATION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — *M. Eugène d'Eichthal*, administrateur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est proclamé membre de la Commission des fonds.

NOMINATION DE CORRESPONDANTS DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés correspondants de la Société :

M. Witz, docteur ès sciences, ingénieur des arts et manufactures, à Lille;

M. Briot, inspecteur des forêts, à Chambéry;

M. le commandeur Bodio, directeur général de la statistique du royaume d'Italie, à Rome;

M. Vessélowsky, conseiller d'État actuel, directeur de la Revue *l'Économiste russe*, à Saint-Pétersbourg.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *M. Hirsch* fait un rapport, au nom du Comité des arts mécaniques, pour demander au Conseil de déclarer une vacance produite dans ce Comité par la démission de *M. Farcot.*

La vacance est déclarée.

Photographie. — *M. Davanne* donne les conclusions de la communication et des rapports qu'il a présentés dans la séance du 12 décembre dernier.

Après avoir pris l'avis du Comité des constructions et des beaux-arts sur la communication et sur les quatre rapports présentés à la séance du 12 décembre dernier, le rapporteur propose, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, de remercier :

1° *M. Méheux*, de sa communication, et *M. le capitaine du génie Colson*, de son ouvrage sur la photographie sans objectif;

2° *M. Gaston Tissandier*, de sa communication sur la photographie en ballon;

3° *MM. Londe* et *Dessoudeix*, de la présentation de leur obturateur photographique;

4° *M. Tondeur*, de la présentation de ses plaques et papiers au gélatino-chlorure d'argent;

Et, en outre, d'insérer au *Bulletin* ses quatre rapports et sa communication sur l'état actuel de la photographie, dans laquelle ils sont réunis.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Biographie.* — *M. Hirsch*, membre du Conseil, lit une notice nécrologique sur *Gustave-Adolphe Hirn*, correspondant de la Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Président remercie *M. Hirsch* et ordonne l'insertion de la notice dans le *Bulletin* de la Société.

Soudure du verre. — *M. Cailletet*, membre du Conseil, fait une communication sur des procédés de soudure du verre et de la porcelaine avec les métaux.

M. le Président remercie *M. Cailletet* de sa très intéressante communication, qui sera insérée au *Bulletin* de la Société.

Séance du 23 janvier 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

MM. Gustave Petit et *Élisée Blanc*, à Rives (Isère). — Carburateur perfectionné pour moteur à pétrole, à gaz, et tous appareils nécessitant l'emploi d'un mélange détonant. (Arts économiques.)

M. Combe, rue de l'Abbé-Groult, 31. — Régulateur automatique pour becs de gaz. (Arts économiques.)

M. l'abbé Tabouriech, rue de Grenelle, 4. — 1° Pli cacheté contenant un nouveau plan de Paris. (Ce dépôt est accepté.) — 2° Description d'un système de moulins à vent. (Arts mécaniques.)

M. Ernest Pion, vétérinaire, inspecteur au marché de la Villette. — Ouvrage intitulé : *Le commerce de la boucherie.* (Agriculture.)

M. le Président de l'Institut des Actuaires français, rue Serpente, 28, demande l'échange du *Bulletin* de la Société d'Encouragement avec celui de cet Institut, dont il envoie les trois premiers numéros. (*Bulletin.*)

La Société nationale d'horticulture de France annonce que le 7e Congrès horticole aura lieu à Paris, en 1891, pendant l'Exposition annuelle du mois de mai.

M. le Directeur de l'Entrepôt international d'importation et d'exportation (siège social : Saint-Paul, Minnesota, États-Unis ; à Paris, rue de la Victoire, 45) adresse le prospectus, les statuts et les règlements généraux de cette Société. (Commerce.)

M. Tignat, ébéniste-dessinateur, rue François-Miron, 80. — Nouveau style de meubles, dit *style fin de siècle.* (Constructions et beaux-arts.)

Nomination d'un membre du Conseil. — Le Conseil procède à l'élection d'un membre du Comité des arts mécaniques en remplacement de *M. Joseph Farcot*, démissionnaire.

Les candidats proposés sont :

M. Gustave Richard, directeur de la Société de constructions de mécanique spéciale ; et *M. Imbs*, professeur au Conservatoire des arts et métiers.

M. Gustave Richard, ayant réuni la majorité des suffrages, est nommé membre du Comité des arts mécaniques.

Nomination de correspondants de la Société. — Sont nommés correspondants étrangers de la Société (Comité de commerce) :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Giffin, directeur de la statistique au Board of Trade, à Londres;

M. Carrol D. Wright, commissaire du département du travail, à Washington.

Ouvrages offerts a la Société. — Par *M. Aimé Witz*, correspondant de la Société à Lille : *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz. — De l'action de paroi dans les moteurs à gaz tonnant. — Réponse à quelques objections contre l'action de paroi dans les moteurs à gaz. — Graissage des moteurs à gaz. — Chaleur et température de combustion du gaz d'éclairage. — Moteur à gaz simple, système E. Delamarre-Debouteville et Malandrin. — Pouvoir calorifiqne du gaz d'éclairage. — Théorie des machines thermiqnes. Études sur les moteurs à gaz tonnant. — Chaudières à vapeur et machines thermiques. — Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris;*

Par *M. Gauthier-Villars,* membre de la Société : *Annuaire pour l'an* 1891, publié par le Bureau des longitudes ;

Par *M. Eiffel,* membre de la Société : *Congrès international des procédés de construction. — Comptes rendus des séances et visites du Congrès,* par *MM. Auguste Moreau* et *Georges Petit;*

Par *M. Gibon,* membre du Conseil de la Société. Brochure intitulée : *Des divers modes de rémunération du travail;*

Par *M. Roret,* membre de la Société : *Distillation des grains et des mélasses,* 1 vol. in-18 et Atlas in-12 ;

Par *M. Georges Barral : L'Histoire d'un inventeur. Exposé des découvertes et des travaux de M. Gustave Trouvé dans le domaine de l'électricité,* 1 vol. in-8, avec 280 gravures dans le texte;

Par *M. Cheysson,* membre du Conseil de la Société. Ministère des travaux publics : *Album de statistique graphique de* 1889.

Ministère de l'intérieur. Situation financière des départements en 1888, présentée par *M. Bouffet,* conseiller d'État, à *M. Constans,* ministre de l'intérieur.

Bulletin du Comité des travaux historiques et scientifiques. Section des sciences économiques et sociales. — Année 1890, n° 1.

Les premières applications de l'électricité aux grandes orgues, par *Albert Peschard,* docteur en droit, ancien organiste du grand orgue de Saint-Étienne de Caen.

Rapports des Comités. — *Portes roulantes. — M. Léon Appert* donne les conclusions du rapport qu'il a présenté sous forme de communication, dans la séance du 14 novembre 1890, sur les portes roulantes de *M. Saint-Ange Vivier* et de *MM. Bricard frères.*

M. le Rapporteur propose, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, de remercier *M. Saint-Ange Vivier* et *MM. Bricard frères,* chacun en ce qui les concerne, de la présentation qu'ils ont faite de leurs appareils, et de faire insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société, avec les dessins explicatifs nécessaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces propositions sont adoptées.

Tissage mécanique. — *M. Simon* lit un rapport, au nom du Comité des arts mécaniques, sur le *Traité du tissage mécanique* de *M. Franz Reh,* traduit de l'allemand par *M. André Simon* et édité par *MM. Edmond Rousset et C^ie^*, 7, rue Rochechouart.

M. le Rapporteur propose de remercier *MM. Rousset et C^ie^* et *M. André Simon* de leur très intéressante communication et de voter l'insertion du rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Métier à gazer les fils.* — *M. H. Mamy* fait une communication sur le nouveau métier à gazer les fils de coton, de *MM. Villain fils et C^ie^*, constructeurs à Lille. Le nouveau métier à gazer les fils de coton est caractérisé par un nouveau brûleur, composé d'un gros tube en fonte qui forme réservoir, et qui est fermé à sa partie inférieure par une culasse traversée de deux tuyaux concentriques, dont l'un amène le gaz d'éclairage, et l'autre l'air, qui provient d'un réservoir où le comprime un ventilateur. La partie supérieure du gros tube en fonte se termine par deux plans inclinés, laissant entre eux une fente étroite et longue, recouverte d'une toile métallique et sur laquelle s'effectue la combustion du gaz. Les deux tubes d'arrivée de l'air et du gaz sont munis de robinets permettant de régler d'avance les proportions du mélange. On obtient ainsi une flamme bleue très chaude et d'une grande fixité.

Les fils, arrivant de bobines alimentaires, vont s'enrouler sur des bobinots à axes horizontaux, entraînés par leur contact avec des poulies motrices sur lesquelles ils reposent. La vitesse de ces fils est ainsi uniforme, quelle que soit la grosseur des bobinots. Deux guides, l'un en avant, l'autre en arrière, maintiennent les fils; un casse-fil très sensible écarte ces guides chaque fois qu'une rupture de fil se produit, et en même temps arrête le bobinot au moyen d'une palette qui l'écarte légèrement de sa poulie motrice. Aussitôt le rattachement fait, on remet en marche en appuyant sur un petit levier placé en avant du bobinot.

A nombre égal de bobines, ces métiers consomment à peu près la même quantité de gaz que ceux qui sont en usage aujourd'hui, mais ils produisent une quantité de fil gazé comprise entre le double et le triple.

Le gazage est plus uniforme et la résistance du fil à la rupture est plus grande que par le travail ordinaire. Enfin, la fixité de la flamme, la rendant insensible aux légers courants aériens, permet de ventiler les ateliers de gazage si insalubres, en ouvrant les fenêtres pendant le travail même.

La Société industrielle du nord de la France a décerné une médaille d'or à ce nouveau métier, qui fonctionne dans plusieurs filatures de Lille, à l'entière satisfaction des intéressés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Président remercie *M. Mamy* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Vitraux. — M. Léon Fargue, ingénieur des arts et manufactures, faubourg Saint-Martin, 152, fait une communication sur la fabrication de nouveaux vitraux céramiques brevetés. Ces vitraux s'obtiennent par l'application au verre de ses produits céramiques.

Le procédé consiste à déposer, sur le verre blanc convenablement choisi quant à sa nature, une cloison saillante réfractaire, figurant les contours du dessin à obtenir, et à remplacer les alvéoles ainsi formées, d'émaux transparents à une forte épaisseur.

Ce travail étant soumis dans u nouffle à une température élevée, les émaux deviennent complètement liquides; ils sont retenus à leur place par les cloisons, et adhèrent complètement au verre qui, à cette température, se ramollit fortement.

Cette palette d'émaux a dû être convenablement choisie pour s'accorder parfaitement avec le verre, ne donner ni craquelé ni écaille, et offrir une résistance suffisante aux actions atmosphériques. Ce verre émaillé se coupe facilement et peut se graver à l'acier.

L'application sous la plaque de verre d'un enduit réfractaire empêche son adhérence au support et sa dévitrification.

Les avantages de ce nouveau procédé sont nombreux :

1° Il permet à l'artiste de faire lui-même ses tons, et de les composer à l'infini, sans avoir recours à l'assortiment très limité du marchand;

2° Il lui permet de nuancer un même ton, ce qui est impossible dans la fabrication actuelle, puisque le peintre-verrier n'a d'autres ressources que de nuancer avec une grisaille un verre de teinte unie, ce qui altère son ton et sa transparence;

3° De supprimer l'emploi de ces grisailles qui ne sont pas solides et dénaturent le verre au point de le faire ressembler à une peinture sur papier translucide;

4° Il rend possible la réunion, en un même endroit, d'un nombre indéterminé de couleurs sans avoir recours aux plombs, et par conséquent permet d'obtenir des finesses et des détails auxquels on doit renoncer dans la fabrication actuelle;

5° Les moyens d'exécution presque mécaniques, une fois le dessin obtenu, conduisent à un prix de revient très inférieur à celui de l'autre fabrication.

En résumé : moyens pratiques et économiques, grande solidité et résultats artistiques remarquables, tels sont les avantages de ce nouveau procédé.

M. le Président remercie *M. Léon Fargue* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques et à celui des constructions et des beaux-arts.

Chronomètre. — M. Schmidt a pensé que le balancier du chronomètre, avec sa grande vitesse et la précision de ses mouvements, pourrait servir à mesurer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une très petite division de temps. Pour atteindre ce but, il était nécessaire de maintenir constante l'amplitude de l'oscillation et de faire faire chaque fois au balancier un tour entier de 360°. Un mécanisme spécial assure ce résultat.

Ce chronomètre marque les heures et les minutes; la grande aiguille du centre indique la seconde et le cinquième de seconde. L'aiguille index, qui donne les millièmes de seconde, est remise à zéro à volonté par un verrou placé sur le côté de l'instrument.

Ce chronomètre se met en marche et s'arrête à l'aide d'un électro-aimant, agissant presque directement sur le balancier. A défaut de courant électrique, on peut néanmoins le mettre en marche et l'arrêter par la pression du bouton placé sur le côté de l'instrument.

Le système est simple : du barillet à l'ancre, il n'y a aucune différence des autres chronomètres; mais M. Schmidt a fixé, sur l'axe du balancier, l'aiguille index marquant les millièmes de seconde. Le balancier, en évoluant sur son axe, revient toujours à son point de départ; pour reconnaître le sens de l'index au moment de l'arrêt, M. Schmidt a placé au dehors du cercle une aiguille, qui indique par sa position quel est le tour de chiffre qui doit être consulté.

Quand l'index est ramené à zéro par le verrou et que le courant se trouve établi, le spiral est armé d'un demi-tour pour permettre au balancier sa mise en marche instantanée, au moment où le courant est rompu.

Le mouvement du balancier n'étant pas uniforme, M. Schmidt a divisé le cadran de manière que les divisions correspondent à des temps égaux, soit à un millième de seconde.

Lorsqu'on veut faire une observation, on commence par amener l'aiguille index des millièmes à zéro, à l'aide du verrou placé sur le côté de l'instrument; ensuite on introduit le courant électrique qui maintient le balancier immobile; ceci fait, on dégage l'aiguille index en ramenant le verrou à sa place, il ne reste plus qu'à noter l'heure, les minutes, les secondes et cinquièmes de seconde et le chronomètre est prêt à fonctionner pour l'expérience. Le courant électrique est ouvert au moment précis où l'observation commence, et est fermé quand elle prend fin.

Le chemin parcouru par les aiguilles pendant l'interruption du courant correspond exactement au temps écoulé. A ce propos, M. Schmidt fait remarquer que l'aiguille des secondes tombe sur les cinquièmes de 100/1000 de seconde avant que l'index marque les 200/1000 de seconde ; mais ceci ne peut occasionner aucune erreur; on a seulement à compter un cinquième de seconde au moins quand l'aiguille de millième se trouve entre 100 et 200. Le balancier faisant cinq tours par seconde, le cadran des millièmes est divisé en 200 parties dont chacune représente un millième. Il a placé dans ses nouveaux chronographes le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

centre du balancier presque au milieu de l'instrument, ce qui lui permet d'avoir un bien plus grand cercle de division pour le millième de seconde.

M. Schmidt ne pense pas qu'il existe de chronomètre indiquant directement la même fraction du temps avec une si grande sécurité de réglage et pendant une aussi longue durée.

Par sa simplicité, sa précision, sa dimension (il n'a que 75 millimètres de diamètre et 75 millimètres d'épaisseur), il est propre à des usages multiples.

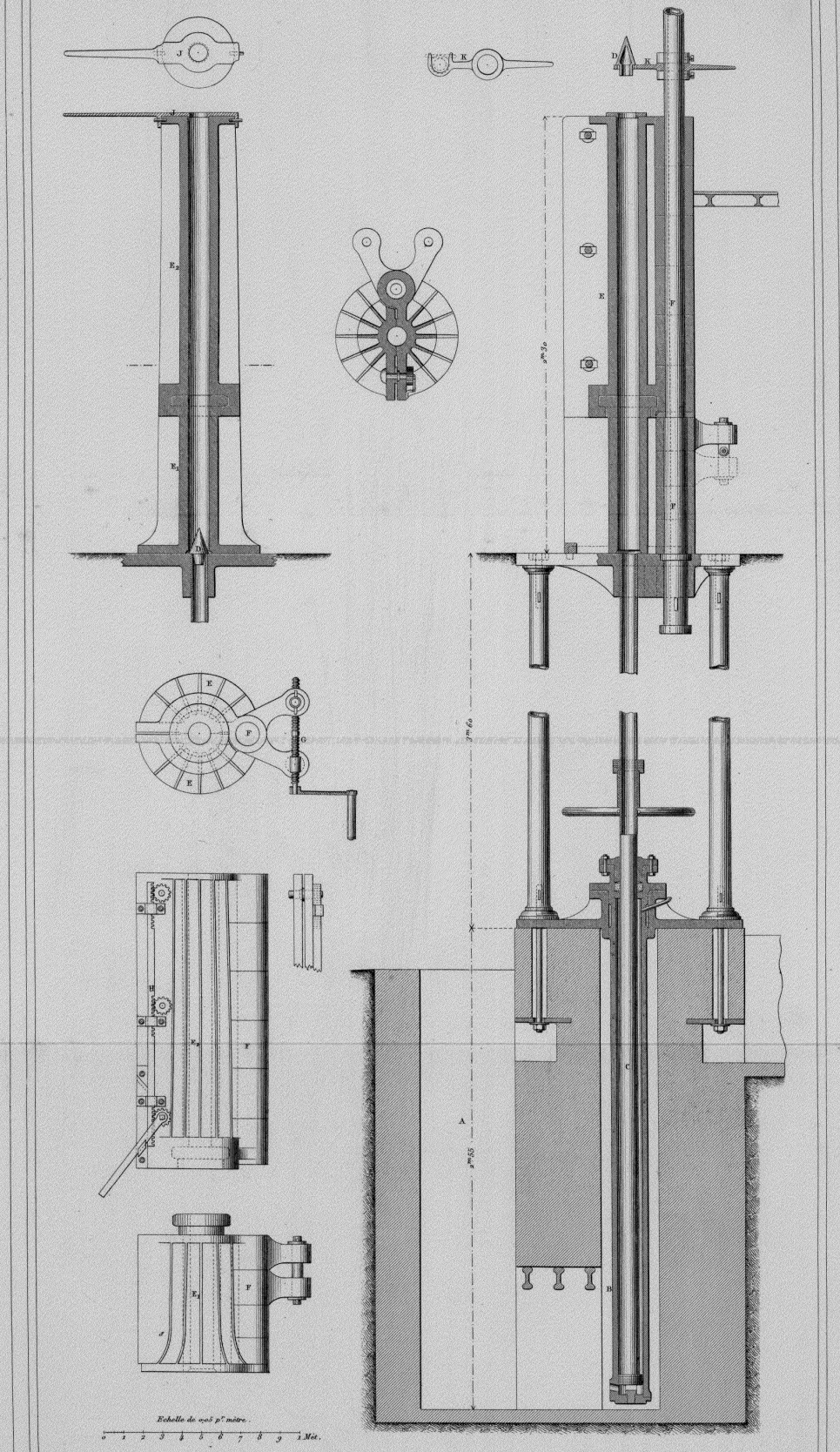
M. Schmidt termine sa communication en mesurant le temps de la chute d'un mobile tombant d'une hauteur de 20 centimètres, puis de 1 millimètre seulement.

M. le Président remercie *M. Schmidt* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 27206

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Tanew, Paris. *Léon Chaumont del. et sc.*

MACHINE À MOULER LES TUYAUX EN VERRE, DE M. L. APPERT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. AVRIL 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

CONSTRUCTIONS ET BEAUX ARTS

RAPPORT *fait par* M. LÉON APPERT, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur* DEUX SYSTÈMES DE PORTES ROULANTES *présentés par* M. SAINT-ANGE VIVIER *et par* MM. BRICARD *frères.*

Les systèmes de portes connus sous le nom de *portes à coulisses* ou de *portes roulantes* sont employés d'une façon assez courante; ces portes présentent, dans certaines circonstances, des avantages qui en recommandent l'emploi : elles tiennent en effet peu de place et permettent d'utiliser l'espace, perdu ordinairement, qui est nécessaire pour le développement des portes du système employé communément.

Pour la fermeture des baies de grande dimension, on peut en établir les bâtis d'une façon moins robuste et par suite moins coûteuse, leur mode de suspension les exposant à une fatigue notablement moins grande.

Elles sont employées de préférence dans les habitations, dans les usines, dans les fermes pour clore les ateliers, les hangars et les granges.

Ce système est employé également pour la fermeture des wagons à bagages et des fourgons à marchandises.

Pour remédier aux inconvénients nombreux que présentent dans la pratique les divers systèmes employés jusqu'ici dans le but d'en faciliter le mouvement, M. Saint-Ange Vivier, propriétaire à Souvigny (Loir-et-Cher), a cherché à les perfectionner par des dispositions présentant une grande analogie avec celles que MM. Bricard frères, fabricants de serrurerie et de ferronnerie à Paris, avaient eux-mêmes employées et qu'ils désiraient présenter également à la Société d'Encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par suite de leur similitude, nous avons pensé pouvoir en faire à la Société un rapport collectif.

Pour faciliter le mouvement de ces portes qui glissent parallèlement aux baies qu'elles doivent fermer, on les garnit le plus souvent de galets à gorge, placés dans des chapes ou sur des tourillons fixés dans la partie supérieure ou inférieure de la porte ; une tringle en fer méplat ou un rail de petit échantillon fixé sur le chambranle de la porte sert au roulement de ces galets.

Quand les portes sont mises en place depuis peu de temps et que les

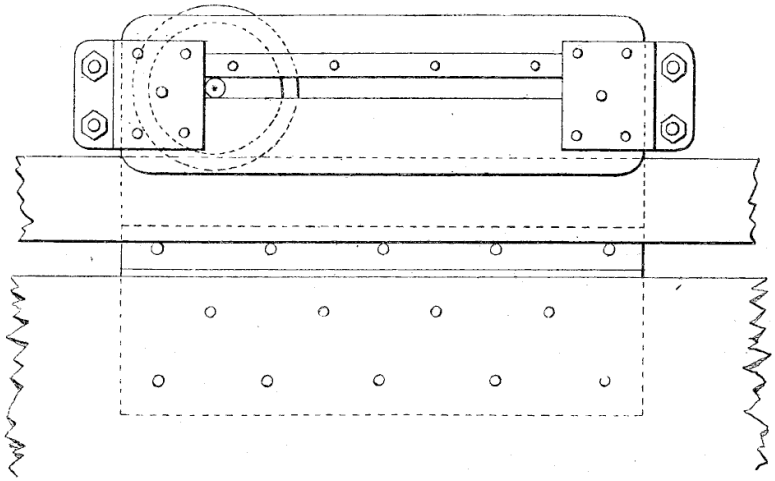


Fig. 2. — Porte roulante de MM. Bricard, partie supérieure.

pièces qui en assurent le mouvement n'ont pas subi l'action de la rouille, leur fonctionnement est assez satisfaisant et l'effort nécessaire pour les faire mouvoir, assez faible ; mais au bout de peu de temps, soit qu'on ait omis de graisser les tourillons des galets, soit qu'on ne les ait pas nettoyés, des corps qui les empâtent et qui proviennent de l'altération des corps lubrifiants, les galets tournent à peine ou cessent de tourner complètement, et ce n'est qu'au prix d'efforts souvent considérables et en risquant de les détériorer qu'on parvient à mettre ces portes en mouvement.

Par les dispositions qu'ils ont adoptées, M. Saint-Ange Vivier et MM. Bricard frères ont cherché non seulement à s'affranchir de l'obligation du graissage et par suite du nettoyage, mais encore à en rendre le fonctionnement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours facile. Ils ont rempli ce double objet en se basant sur la différence qui existe entre l'effort nécessaire pour opérer le déplacement d'un corps se mouvant sur un autre, suivant qu'il est soumis à un frottement de glissement, ou à un frottement de roulement et en utilisant à cet effet un système de galets dit à *mouvement différentiel* employé déjà dans différentes circonstances.

Les lois du frottement, étudiées primitivement par Coulomb et reprises plus tard par M. le général Morin, ont permis d'établir que le coefficient de frottement, qui est égal au rapport de la force F nécessaire pour déplacer le corps à mettre en mouvement à la pression P s'exerçant normalement entre les deux corps, est négligeable dans le cas où ces corps *roulent* l'un sur l'autre, c'est-à-dire quand les molécules des deux corps en contact changent à chaque instant, si on le compare au coefficient du frottement de glissement, c'est-à-dire quand les molécules des deux corps glissent et ne cessent d'être en contact.

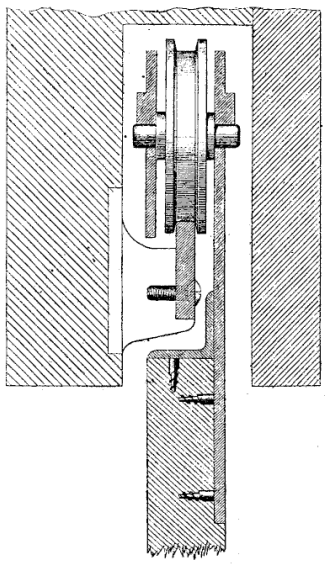


Fig. 2. — Coupe verticale du haut de la porte.

On sait de plus que ce coefficient F change de valeur suivant la nature des surfaces en contact et suivant l'état de lubrification plus ou moins parfait dans lequel elles se trouvent.

On voit que, dans le cas des portes roulantes que ces messieurs ont eu en vue, les conditions les plus défavorables se trouvent réunies par suite de l'absence d'entretien et du mouvement relativement peu fréquent qui leur est donné.

Pour supprimer le frottement de glissement des galets dans leurs chapes, MM. Bricard frères ont transformé les chapes employées ordinairement de la façon suivante :

Les galets à gorges (fig. 1 et 2) sont rendus indépendants et leurs tourillons peuvent tourner librement dans les fentes de plates-bandes longitudinales de longueur calculée en raison du déplacement de la porte, ces plates-bandes étant placées au-dessus et de chaque côté de la porte.

Les galets roulent sur la plate-bande fixe et les portes roulent sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tourillons des galets; il s'ensuit que, sans qu'il y ait glissement à aucun moment de leur course, les portes se transportent à chaque tour de galet d'une longueur égale au développement de la circonférence du galet augmentée du développement de la circonférence du tourillon, mais pendant ce même temps le galet lui-même s'est déplacé et s'est transporté d'une longueur égale au développement de sa circonférence : le galet aura donc semblé reculer, par rapport à la porte, d'une longueur égale au développement de la circonférence de son tourillon.

La situation relative de chacune des pièces change donc à chaque instant et leurs dimensions respectives devront être calculées en conséquence.

M. Saint-Ange Vivier a adopté une disposition un peu différente (fig. 4 et 5) consistant à supprimer les tourillons des galets qui, toujours au nombre de

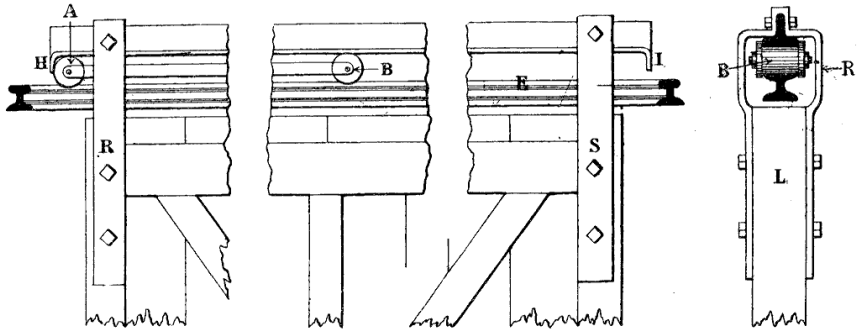


Fig. 3. — Porte roulante de M. Saint-Ange Vivier. Roulement par suspension supérieure.

deux, sont tenus à une distance l'un de l'autre égale à la moitié de la largeur de la porte augmentée de quelques centimètres, par deux plates-bandes d'écartement placées de chaque côté. Les galets roulent sur un petit rail placé au-dessus de la porte et à distance convenable ; la porte elle-même roule sur les galets par l'intermédiaire d'une barre longitudinale placée au-dessus de la porte et avec laquelle elle fait corps par l'intermédiaire de deux étriers suffisamment ouverts pour permettre le passage du galet et du rail.

Le déplacement relatif des diverses pièces se fait, dans ce cas, d'une façon un peu différente; la porte, en effet, avance comme précédemment d'une longueur égale au développement de la circonférence du galet, mais dans le même temps le galet lui-même s'est déplacé de la même longueur : il s'ensuit que la porte a avancé d'une longueur totale, double de celle qu'a parcourue le galet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le même effet se produit quand on emploie des rouleaux pour le déplacement ou le bardage des objets de grande pesanteur transportés à de petites distances, tels que les pierres de taille pour les constructions, les pièces de machines et les pièces monolithes de grandes dimensions en général.

C'est par ces moyens que les Égyptiens ont pu transporter, il y a quelques 6000 ans, et à de très grandes distances, les monuments de dimensions cyclopéennes qui nous sont restés comme un témoignage de l'avancement de leur civilisation.

L'emploi de galets tronconiques a été fait depuis longtemps dans le

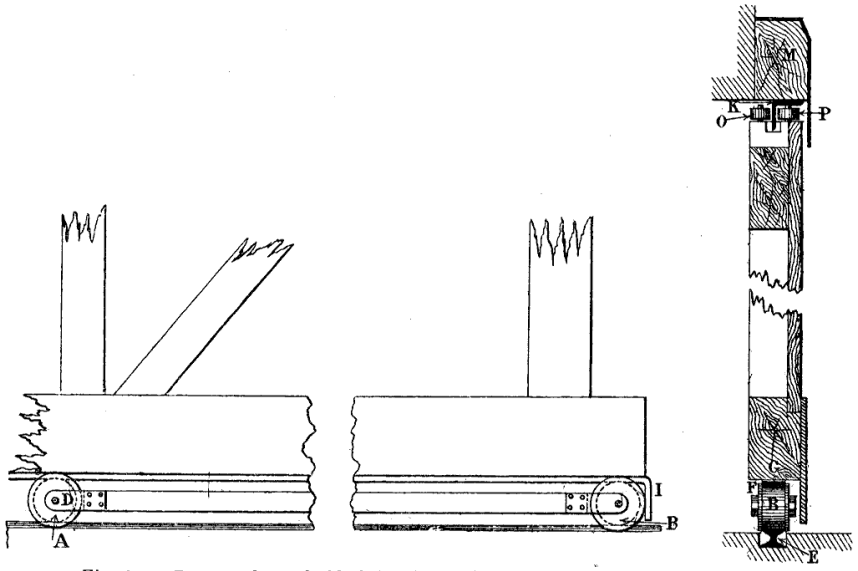


Fig. 4. — Porte roulante de M. Saint-Ange Vivier. Roulement sur rail inférieur.

même but, pour faciliter le mouvement des cabestans et des coupoles des moulins à vent, à orientation automatique.

Ces galets sont employés également pour faciliter le mouvement des plaques tournantes dans les gares de chemins de fer. La disposition adoptée par MM. Bricard frères évite toute espèce de graissage, celle de M. Saint-Ange Vivier en exige un très peu important pour les tourillons en contact avec les barres d'écartement.

Pour chacun d'eux, le prix d'installation est peu élevé et n'augmente pas ou très faiblement le prix d'une porte avec gonds et penture : ce prix varie suivant dimensions entre 50 et 200 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'effort à faire pour ouvrir et fermer les portes est réduit au minimum et leur fonctionnement est assuré d'une façon permanente.

Chacun de ces inventeurs a fait de nombreuses installations, à la satisfaction de ceux qui s'étaient adressés à eux, et on peut souhaiter de voir appliquer l'un de ces systèmes dans un grand nombre de circonstances où leur emploi semble tout indiqué par suite des difficultés d'entretien et par les facilités qu'il procure pour la mise en mouvement.

Au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, nous avons l'honneur de proposer au Conseil de remercier M. Saint-Ange Vivier et MM. Bricard frères, chacun en ce qui le concerne, de la présentation qu'ils ont faite de leurs appareils et de faire insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec les dessins explicatifs qui doivent les accompagner.

Signé : Léon Appert, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 23 *janvier* 1891.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. A. Tresca, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur deux* appareils a percer les métaux *de* M. Theureau, *mécanicien*, 34 *bis, rue Bichat, à Paris.*

M. Theureau, mécanicien à Paris, a présenté à la Société d'Encouragement deux appareils à percer les métaux dans lesquels il utilise le mouvement alternatif d'un levier ou d'un archet pour obtenir un mouvement de rotation continu de la mèche à percer.

Ce résultat avait été obtenu précédemment, en disposant sur l'archet deux cordes au lieu d'une seule permettant d'entourer en sens inverse deux bobines destinées à faire tourner la mèche, s'il s'agissait du perçage des métaux, ou un tour de petites dimensions, lorsqu'on voulait tourner à l'archet. Ces bobines étaient réunies à l'axe par un système de cliquets et de roues à rochet, permettant l'indépendance de chaque bobine pendant une des courses de l'archet.

M. Theureau a adopté un autre principe qui sera décrit plus facilement en examinant d'abord le fonctionnement du levier à cliquet de son invention.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil (fig. 1) se compose tout d'abord des pièces ordinaires du levier à cliquet, savoir :

Le porte-foret A;

Le levier de manœuvre M se bifurquant en B, B′, B″;

La roue à rochet R, montée sur la pièce A;

Enfin le cliquet C attaché en un point de B″ et venant s'appliquer sur la roue à rochet R.

Si l'on met en mouvement le levier M, le porte-foret A sera entraîné pour rester immobile dans la marche de retour jusqu'à ce que le levier de manœuvre ait repris sa position de départ.

La pression est obtenue, comme dans les appareils similaires, par une

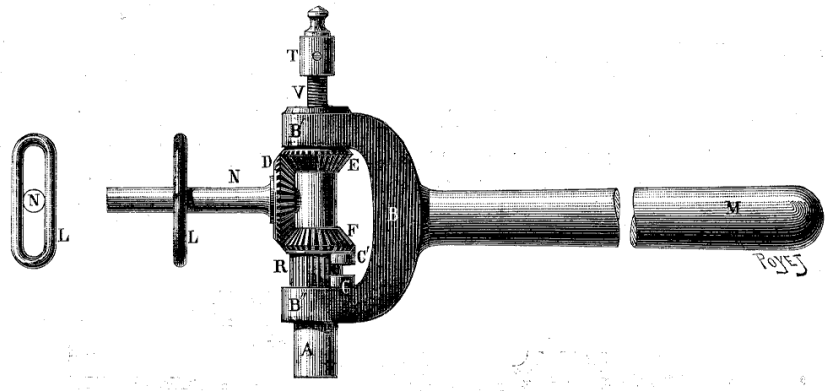


Fig. 1. — Levier à cliquet de M. Theureau.

vis V terminée par une tête T, terminée elle-même par une pointe en acier qui vient s'appuyer sur le support en forme de **C**, employé le plus ordinairement.

Pour éviter le temps perdu, résultant du retour à vide de l'appareil, M. Theureau a disposé au-dessous de B′ un engrenage E, fixé au levier ou fondu avec lui; sur l'axe de l'appareil et en F, il a disposé un engrenage de mêmes dimensions, réuni au premier par un pignon D monté fou sur une tige N. L'engrenage F porte un cliquet C′ s'appliquant sur la même roue à rochet R que le cliquet C. Enfin l'axe auxiliaire N est obligé de rester dans la position qu'on lui a donnée, au moyen d'un anneau allongé L qui entoure cette tige; cet anneau est fixé en un point du cadre ou **C** employé.

Il résulte de cette addition que, dans le mouvement de retour du levier,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les engrenages D et F tourneront et obligeront le cliquet C' à se déplacer en sens inverse du mouvement du levier M. Ce cliquet, agissant à son tour sur la roue à rochet R, obligera cette roue à tourner, et la mèche à percer sera ainsi soumise à un mouvement de rotation, toujours dans le même sens, produit par le mouvement alternatif du levier de manœuvre M.

On peut donc, avec cet appareil, obtenir le mouvement continu du foret, et éviter ainsi les temps perdus.

Ces appareils sont en usage, depuis plusieurs mois, dans différents ateliers importants, et votre rapporteur a voulu se renseigner sur leur emploi dans diverses usines.

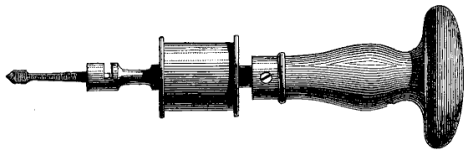


Fig. 2. — Bobine de M. Theureau permettant le perçage continu à l'archet.

Il résulte, des renseignements recueillis, que cet outil est employé avec avantage, à la condition de ne pas exagérer le diamètre du trou à percer. Il faut remarquer, en effet, qu'en employant cet engin, le manœuvre n'a plus de moments de repos, comme dans l'emploi du levier à cliquet ordinaire ; il doit exercer le même effort en attirant le levier ou en le poussant, et c'est pour cette

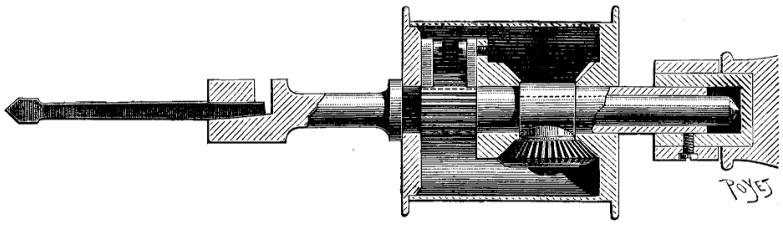


Fig. 3. — Coupe de la bobine de M. Theureau.

raison que cet outil ne doit être employé que pour le percement de trous de diamètres moyens, de 15 à 18 millimètres, par exemple.

Le perçage s'effectue plus rapidement, et l'on admet une augmentation de 25 à 30 p. 100 dans le travail produit.

C'est sur le même principe que M. Theureau a disposé une bobine permettant le perçage continu par le mouvement alternatif donné à un archet.

Les figures précédentes (fig. 2 et 3) rendent compte de la disposition des différentes pièces de l'appareil, sans qu'il soit nécessaire d'en donner une description détaillée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les efforts exercés étant beaucoup moindres avec cet appareil, destiné à percer des trous de diamètres beaucoup plus réduits, les observations faites sur son emploi ont simplement démontré que cet instrument fonctionne dans de bonnes conditions et peut rendre d'utiles services.

Le Comité des arts mécaniques vous propose de remercier M. Theureau de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* avec les dessins sur bois nécessaires pour faire comprendre la disposition des deux appareils présentés.

Signé : A. TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *février* 1891.

COMMERCE

RAPPORT *fait par* M. C. LAVOLLÉE, *au nom du Comité de commerce, sur divers ouvrages relatifs à l'Exposition universelle de* 1889 : L'EXPOSITION UNIVERSELLE, *par* HENRI DE PARVILLE. — L'EXPOSITION UNIVERSELLE, *par* LÉON MALO. — LES EXPOSITIONS DE L'ÉTAT AU CHAMP-DE-MARS ET A L'ESPLANADE DES INVALIDES, *par* la *Rédaction du « Journal officiel », sous la direction de* M. LOUIS JEZIERSKI.

MESSIEURS,

Le Conseil d'administration a reçu, au cours de l'année 1890, plusieurs ouvrages relatifs à l'Exposition universelle de 1889. Il en a renvoyé l'examen au Comité de commerce.

L'*Exposition universelle*, par M. Henri de Parville, forme un volume in-18 édité par M. J. Rothschild, qui en a fait hommage au Conseil. C'est une œuvre d'un mérite réel, où l'Exposition de 1889 est décrite aussi exactement que possible et revit en quelque sorte, non seulement par le texte dû à un écrivain scientifique très autorisé, mais encore par les dessins et vignettes au nombre de 700, qui s'y ajoutent très utilement pour la clarté des explications et pour l'agrément du lecteur.

En visitant ces grandes Expositions, le public ne se rend pas toujours compte des difficultés qu'il a fallu surmonter, ni des problèmes de toute nature que l'on a dû résoudre pour leur organisation matérielle. A ceux-là

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seulement qui possèdent la compétence technique, il est permis de juger par quels efforts de l'art et de la science les difficultés ont été vaincues et les problèmes résolus. Des publications spéciales, avec plans et calculs, conservent pour les ingénieurs et les architectes le souvenir de ces constructions ou installations si variées qui se rencontrent dans une Exposition. Il importe cependant que le public ait, lui aussi, certaines notions à ce sujet et qu'il puisse saisir, de l'esprit comme du regard, le mécanisme à l'aide duquel l'œuvre même de l'Exposition a été matériellement réalisée. Le livre de M. de Parville répond parfaitement à ce besoin. C'est une promenade, à la fois utile et attrayante, à travers toutes les parties de l'Exposition de 1889. Il suffit de citer les titres des principaux chapitres : Parcs et jardins ; Palais des machines ; Palais des Beaux-Arts et des arts Libéraux ; Service mécanique ; Service hydraulique ; Fontaines lumineuses ; Tour de 300 mètres. Pavillon des Travaux publics ; Pavillon des Forêts ; Exposition de la Ville de Paris. Tout ce qui méritait de fixer l'attention a sa place dans le tableau complet de l'Exposition, tel que M. de Parville l'a conçu et exécuté, avec le concours du dessin ou de la photographie. C'est, en un mot, la vulgarisation scientifique de l'Exposition.

Nous saisissons, d'ailleurs, l'occasion de reconnaître les éminents services rendus par M. de Parville à la science et à l'industrie par les publications qu'il poursuit depuis de longues années sous le titre trop modeste de *Causeries scientifiques*. Il s'est donné pour mission de faire connaître, d'encourager et de propager les découvertes et les perfectionnements industriels. Son livre sur l'Exposition universelle de 1889 est un titre de plus à notre estime.

Nous devons également nos remercîments à l'éditeur, M. J. Rothschild, qui a sa part dans l'excellente conception de l'ouvrage dont nous venons de vous entretenir, et qui a fait de précieux dons à la bibliothèque de la Société.

M. Léon Malo, ingénieur, a adressé au Conseil un volume intitulé *l'Exposition universelle de* 1889, composé de 22 lettres écrites, du 7 mai 1889 au 8 janvier 1890, à un journal politique de Lyon, le *Salut public*. Les principaux journaux des départements avaient organisé pour leurs lecteurs un service de correspondances sur l'Exposition ; ils estimaient, non sans raison, que cet événement méritait d'être *interviewé*. Indépendamment d'un tableau général de l'Exposition, chaque correspondant avait à s'occuper spécialement des produits intéressant la région où le journal est publié. C'est ainsi que M. Léon Malo a consacré une partie de ses lettres aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

produits de la région lyonnaise. L'ensemble du livre se compose plutôt d'impressions sur l'Exposition que d'une description méthodique. C'est une série de lettres ou d'articles qui ont été écrits rapidement et qui se lisent de même. Il y a parfois des discussions politiques, des considérations d'ordre social, qne nous n'avons pas à juger, sauf pour dire qu'elles répandent une agréable vivacité au milieu des comptes rendus qui intéressent la soie et les machines. La correspondance de M. Léon Malo aura sa bonne place, dans notre bibliothèque, parmi les ouvrages qui traitent de l'Exposition de 1889.

Au cours même de l'Exposition, le *Journal officiel* a commencé la publication d'une série d'articles, que son directeur, M. Louis Jezierski, a réunis en deux volumes sous ce titre : *les Expositions de l'État au Champ-de-Mars et à l'esplanade des Invalides*. On se souvient de la place considérable occupée à l'Exposition par les grands services publics. La guerre, la marine, les colonies, les services de l'assistance publique, de l'instruction, des prisons, les manufactures des tabacs, les manufactures de Sèvres, des Gobelins et de Beauvais, etc., ont figuré au Champ-de-Mars ou sur l'esplanade des Invalides, à côté de l'industrie libre, avec une profusion, jusqu'alors inusitée, de modèles et de documents. Il semble que le gouvernement ait voulu profiter de l'occasion solennelle qui lui était offerte tant pour justifier la part directe, critiquée souvent comme excessive, prise par l'État à la fabrication de certains produits que pour mettre en relief les progrès accomplis dans l'organisation matérielle des différents services publics. Les articles publiés par le *Journal officiel* forment autant de monographies qui se recommandent tout à la fois par le mérite littéraire et par la sûreté des renseignements. En marquant les perfectionnements obtenus depuis vingt ans, ces monographies serviront de point de départ pour l'appréciation des progrès nouveaux que l'on peut attendre encore de l'étude successive des lois, notamment de celles qui intéressent l'instruction publique, le régime pénitentiaire, les postes et télégraphes, la colonisation.

La publication dirigée par M. L. Jezierski ne contient pas seulement ces intéressantes monographies relatives aux services publics : s'étendant au delà de son titre, elle consacre de nombreux articles à d'autres sujets, non moins importants, qui ont contribué à l'universalité et à l'originalité de l'Exposition de 1889. Nous y retrouvons, sous la plume de M. de Parville, la description des constructions et des installations du Champ-de-Mars. Des collaborateurs réputés parmi les compétents ont rendu compte de l'exposition des Beaux-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Arts, de l'exposition rétrospective du Travail, de l'exposition d'Économie sociale. C'est l'Exposition tout entière qui se continue en quelque sorte pour nous dans cette publication encyclopédique.

Le Comité de commerce pense que les remercîments de la Société sont dus aux auteurs et aux éditeurs des ouvrages qui viennent d'être signalés, et il propose au Conseil de les exprimer par l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : C. Lavollée, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 27 *février* 1891.

NÉCROLOGIE

DISCOURS PRONONCÉ A L'OCCASION DES OBSÈQUES DE M. LE COLONEL GOULIER (1), PAR M. LE COLONEL PIERRE, MEMBRE DU CONSEIL

Messieurs,

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale estime qu'il est de son devoir d'adresser ici un tribut d'éloges à l'un de ses membres les plus regrettés, et m'a fait l'honneur de me choisir pour être son interprète en cette triste circonstance.

Charles-Moïse Goulier, admis à l'École polytechnique à dix-huit ans, était capitaine du génie à vingt-cinq ans. Bientôt après cette promotion, il fut chargé de l'enseignement de la topographie à l'École d'application de l'artillerie et du génie; il professa cette science, tant à Metz qu'à Fontainebleau, pendant trente-cinq ans, avec une distinction qui lui mérita une notoriété européenne.

Ce ne fut que vers la fin de sa carrière militaire qu'il vint résider à Paris, où il était appelé comme adjoint au Comité des fortifications. L'attention de la Société d'Encouragement se porta immédiatement sur lui, et après une proposition faite par le Comité des arts mécaniques, la première place vacante lui fut donnée à l'unanimité des suffrages.

On était alors en 1877. Depuis cette époque jusqu'à l'année qui vient de s'écouler, le colonel Goulier s'est montré l'un des plus actifs à concourir au but de la Société d'Encouragement. Son zèle, sa grande intelligence, ses

(1) 17 mars 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

connaissances étendues et variées lui rendaient facile l'examen de toutes les affaires qui lui étaient confiées. Il en appréciait rapidement l'ensemble et en étudiait à fond les plus minutieux détails. En outre, son esprit conciliant et surtout bienveillant lui attirait de suite la sympathie et la confiance des inventeurs dont il avait à juger les travaux.

N'ayant d'autre passion que celle de se rendre utile par des travaux incessants, Goulier ne prit malheureusement aucun soin de sa santé, qui jusqu'alors avait été très brillante. Il négligea toutes les précautions que l'âge impose aux sexagénaires. Alors sa forte constitution s'altéra d'une manière alarmante. Il contracta des infirmités qui augmentèrent rapidement; et pendant que sa grande intelligence se maintenait entière, son corps dépérissait peu à peu, malgré les soins affectueux de son médecin et ami. Bientôt notre cher collègue fut condamné à l'inaction la plus absolue ; les progrès de la maladie ne purent être combattus avec efficacité, et la mort nous ravit notre vénéré collègue, quand il venait à peine d'achever sa soixante-treizième année.

Dans la vie privée et dans la vie publique, Goulier fut l'homme juste et intègre, le camarade bienveillant, l'ami sincère et le chef respecté. Il emporte en mourant l'estime de tous, l'affection et la reconnaissance de ses collègues et de ses nombreux élèves.

Et maintenant, cher regretté, ton vieil ami t'adresse, au nom de tous, un douloureux et suprême adieu.

ARTS ÉCONOMIQUES

PROCÉDÉ DE SOUDURE DU VERRE ET DE LA PORCELAINE AVEC LES MÉTAUX

PAR M. CAILLETET, MEMBRE DU CONSEIL

Ce procédé de soudure est des plus simples. On recouvre d'abord la partie du verre ou de la porcelaine qui doit être soudée, d'une mince couche de platine métallique : il suffit pour obtenir ce dépôt d'enduire, au moyen d'un pinceau, la pièce légèrement chauffée, de chlorure de platine bien neutre mélangé à de l'huile essentielle de *camomille*. On chauffe lentement de façon à évaporer l'essence et lorsque les vapeurs blanches et odorantes ont disparu, on élève la température jusqu'au voisinage du rouge sombre.

Le platine se réduit alors et recouvre la pièce d'un enduit métallique par-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faitement adhérent. En fixant au pôle négatif d'une pile d'une énergie convenable la pièce ainsi métallisée et placée dans un bain de sulfate de cuivre, on dépose sur le platine un anneau de cuivre qui doit être malléable et bien adhérent si l'opération a été conduite avec soin.

Dans cet état, la pièce ainsi cuivrée peut être traitée comme un véritable tube métallique et soudée au moyen de l'étain, au fer, au cuivre, au bronze, au platine et à tous les métaux qui s'allient à la soudure d'étain. La solidité et la résistance de cette soudure sont très grandes ; M. Cailletet a constaté qu'un tube de son appareil à liquéfier les gaz, dont l'extrémité supérieure avait été fermée au moyen d'un ajutage métallique ainsi soudé, résiste à des pressions de plus de 300 atmosphères.

On peut remplacer le platinage par l'argenture qu'on obtient en chauffant, dans le voisinage du rouge, le verre recouvert de nitrate d'argent : l'argent ainsi réduit adhère parfaitement au verre, mais des essais assez nombreux ont fait préférer le platinage à l'argenture dans le plus grand nombre des cas.

COMMERCE

LA PRODUCTION DES SUCRES EN RUSSIE EN 1888-1889.

Le compte rendu du département des contributions directes, qui vient de paraître, renferme, relativement à l'industrie des sucres, un ensemble de données, qui en déterminent, avec une grande précision de détails, la situation pendant la campagne de 1888-1889.

La production de cette campagne s'est élevée à 28,4 millions de pouds (1) de sucre brut, soit à 4,6 millions de pouds ou 20 p. 100 environ de plus qu'en 1887-1888. Cette augmentation provient de l'excellente récolte de la betterave en 1888, mais elle reconnaît en même temps pour causes les progrès de la consommation à l'intérieur du pays et le développement de l'exportation, résultat d'un accord intervenu entre les fabricants ; elle a porté le chiffre de 1888-1889 à peu près à la hauteur de celui de 1885-1886, le plus élevé qu'elle ait atteint jusqu'ici. Pour apprécier à sa valeur le résultat de 1888-1889, il faut le rapprocher de ceux des

(1) Le poud vaut 40 livres, ou 16k,381.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

années précédentes, depuis l'adoption du droit sur le produit fabriqué, qui a exercé une influence favorable sur l'industrie sucrière. Voici les chiffres :

Campagnes.	Nombre des fabriques en activité.	Quantités produites.
1881-1882	235	15 936 714 pouds.
1882-1883	237	17 537 890 —
1883-1884	244	18 859 739 —
1884-1885	245	20 958 120 —
1885-1886	241	29 039 594 —
1886-1887	229	25 949 631 —
1887-1888	218	23 749 028 —
1888-1889	220	28 393 327 —

Après avoir suivi une marche ascendante continue et rapide, l'industrie des sucres s'est vue subitement en présence d'une baisse considérable des prix de ses produits, conséquence de son développement même, de la concurrence des capitaux, que faisait affluer l'attrait de gros bénéfices. Elle a marqué alors un recul et, depuis 1885-1886, le nombre des usines et la somme de la production ont subi un mouvement de décroissance ; la crise devait inévitablement amener la fermeture momentanée ou définitive des fabriques placées dans les moins favorables conditions de travail.

La campagne de 1888-1889 montre un relèvement considérable. S'il est dû, pour une grande part, à la supériorité de la récolte de 1888, au double point de vue de la quantité et de la qualité, il tient, dans une plus large mesure peut-être encore, aux changements survenus dans les conditions du marché des sucres, et ce qui le prouve, c'est l'extension des cultures de betteraves ; leur superficie s'est accrûe en 1888 de 14 708 déciatines ou de 6 p. 100, en atteignant un total de 245 772 déciatines (1).

Voici, par gouvernements, les chiffres comparés de la production en 1887-1888 et 1888-1889 :

Gouvernements.	Nombre des fabriques en activité.		Quantités produites.	
	1887 1888.	1888-1889.	1887-1888.	1888-1889.
Sud-Ouest	112	115	12 849 203 pouds	16 349 139 pouds.
Centre	66	65	7 329 970 —	8 335 773 —
Royaume de Pologne	40	40	3 569 855 —	3 708 415 —
Total	218	220	23 749 028 —	28 393 327 —

On le voit, l'augmentation de 1888-1889 se répartit inégalement entre les trois régions productrices ; forte surtout dans celle du sud-ouest, où elle représente 3 millions et demi de pouds, soit 27 p. 100, elle est d'environ 14 p. 100 ou

(1) La déciatine vaut 109^{ares},25.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1 million de pouds dans la région du centre et descend à moins de 4 p. 100 dans le royaume de Pologne, où deux gouvernements, ceux de Piotrkov ou de Siedlce, accusent d'assez notables diminutions. Ce sont aussi les provinces du sud-ouest qui ont le plus développé leurs cultures de betteraves ; la surface des plantations s'y est accrûe de près de 8 p. 100 ; dans la zone du centre et dans le royaume de Pologne l'étendue totale cultivée en betteraves s'est augmentée d'environ 5 p. 100. Voici les chiffres des trois régions :

	Étendue des cultures en déciatines.		
	1887.	1888.	Augmentation.
Sud-Ouest	126 360	136 227	9 867
Centre	73 489	76 899	3 890
Royaume	31 215	32 646	1 441
Total	231 064	245 772	14 708

La quantité de betteraves fournies aux fabriques, pendant la campagne 1888-1889, par ces 245 772 déciatines, s'est élevée à 28 497 865 berkovets de 10 pouds, soit une moyenne de 116 berkovets environ par déciatine ou 2,15 berkovets de plus que l'année précédente.

Au point de vue de la qualité, la récolte de 1888 a été supérieure à celle de l'année précédente ; la richesse saccharine de la betterave donne pour l'ensemble de la Russie une moyenne générale de 14,23 p. 100 contre 12,98 en 1887, en variant de province de 11,66 à 14,71 ; c'est dans le gouvernement de Varsovie que la richesse de la betterave a atteint en 1888 ce dernier degré, peu différent d'ailleurs de celui obtenu en 1887 ; après lui viennent, en ordre décroissant, le gouvernement de Kiev avec une moyenne de 14,70, ceux de Plotsk, de Lublin, de Siedlce, de Volhynie, de Podolie et de Kalisch pour lesquels la moyenne oscille entre 14,67 et de 14,09 ; puis ceux de Voronège, Kielce, Lwja, Radom, Tambov, Piotrkov, Kharkov, Orel, Koursk, Samara, avec des moyennes qui descendent successivement de 13,96 à 13,14 ; ceux de Bessarabie, de Poltava et de Cathérinoslav, où elles sont comprises entre 12,93 et 12,24, et enfin, en dernier lieu, le gouvernement de Toula, pour lequel la moyenne ne dépasse pas 11,66.

A la supériorité qualitative de la récolte de 1888 correspond un rendement plus élevé des betteraves mises en œuvre aux fabriques ; la moyenne du rendement a été pour la campagne 1888-1889 de 10,02 p. 100 ou de 40,08 livres de sucre blanc par berkovets de betteraves, soit 0,9 p. 100 ou 3,6 livres de plus qu'en 1887-1888 ; elle ressort à 8,9 p. 100 pour les gouvernements du centre et à 10,9 pour ceux du royaume de Pologne et les provinces du sud-ouest, ces dernières accusant comparativement à 1887-1888 la plus forte augmentation, soit 1,7 p. 100. Quelques gouvernements seulement, moins favorisés sous le rapport de la récolte, n'ont obtenu qu'une proportion de sucre inférieure à leur moyenne en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1887-1888; ce sont ceux de Podolie, Cathérinoslav, Orel, Kalisch et Plotsk.

Sur les 220 usines en activité en 1888-1889, 186 ou plus des quatre cinquièmes étaient des fabriques de sucre brut, dont 109, soit plus de la moitié, établies dans la région du sud-ouest, 61 dans celle du centre et 16 dans le royaume de Pologne. Les raffineries étaient au nombre de 34, dont 24 dans le royaume de Pologne, où le gouvernement de Varsovie en compte 13 à lui seul.

La presque totalité des fabriques, soit 212, employaient la diffusion et 8 seulement travaillaient avec des presses hydrauliques; comparativement à la campagne 1887-1888, le nombre des premières s'est accrû de 5; en même temps le nombre des diffuseurs est monté de 2622 à 2703 et leur capacité totale de 338484 védros (1) à 365,509, soit une augmentation de 27,025 védros ou de 8 p. 100; la capacité moyenne par appareil, qui était de 127 védros en 1887-1888, s'est trouvée ainsi portée à plus de 135 en 1888-1889.

Des 28497865 berkovets reçus en 1888-1889 par les usines, 28046827 ont été effectivement mis en œuvre et, sur cette quantité, 27567169 berkovets par les usines travaillant par la diffusion et 479658 seulement par les fabriques à presses; la moyenne de matières employées par fabrique, qui ressort à 130034 berkovets pour les premières, — contre 122891 en 1887-1888, — n'a été que de 59957 pour les secondes (57268 pendant la campagne précédente). La puissance moyenne de production des usines employant la diffusion est donc près de 2,17 fois plus forte que celle des sucreries à presses. La durée moyenne des opérations des fabriques pendant la campagne 1888-1889 a été un peu plus longue qu'en 1887-1888, soit 91 jours au lieu de 88; plus des trois cinquièmes des usines, c'est-à-dire 143, ont travaillé de deux mois à trois mois et demi, 31 de trois à quatre mois, 26 de quatre à cinq mois, 5 seulement au delà de cinq mois, et enfin 17 moins de deux mois.

Le nombre des fabriques produisant plus de 100000 pouds de sucre, qui était de 101 en 1887-1888, s'est élevé à 135 en 1888-1889; c'est surtout dans la région du sud-ouest qu'il s'est accrû; de 59 il y est monté à 85, soit une augmentation de 26 usines.

Nous avons vu plus haut que la production totale des fabriques pendant la campagne 1888-1889 s'est élevée à 28393327 pouds; la majeure partie de cette quantité se rapporte au sucre blanc, dont il a été fabriqué 24884439 pouds, soit au delà du 85 p. 100 de la totalité des prises en charge, et 3919179 de plus qu'en 1887-1888; la production du sucre roux a été de 592134 pouds, avec une augmentation de 565921 pouds sur l'année précédente; l'ensemble des sucres bruts ressort donc à 25476573 pouds; mais il y a à décompter de ce chiffre 760084 pouds pris en charge une seconde fois sous forme de raffiné et 63552 pouds qui, destinés à la raffinerie sans cependant y avoir été réellement soumis, ont été de

(1) Le védro vaut 12lit,229.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même l'objet d'une double prise en compte ; la quantité totale de sucre brut, à laquelle a été appliqué le droit d'accise, s'établit donc à 24652937 pouds, c'est-à-dire à 5302578 pouds ou 27 p. 100 de plus qu'en 1887-1888. En ce qui concerne les sucres raffinés, il en a été fabriqué aux sucreries-raffineries et pris directement en charge 3676838 pouds, — soit 595801 ou 14 p. 100 de moins qu'en 1887-1888, — plus 5813 pouds de mélasse raffinée. Il faut ajouter à ces chiffres 208693 pouds de sucre extrait de mélasse. Les quantités de sucre, brut et raffiné, sorties des fabriques pendant la campagne pour être envoyées aux raffineries, livrées au commerce ou exportées, représentent 24397000 pouds, soit 63292 de plus qu'en 1887-1888, avec une augmentation de 814017 pouds sur les sucres bruts et une diminution de 750725 sur les raffinés ; voici les chiffres comparés des deux campagnes :

	1887-1888.	1888-1889.
Sucres bruts	19623860 pouds	20442377 pouds.
— raffinés	4785348 —	3954623 —
Total	24333708 —	24397000 —

Les raffineries libres, qui ne traitent que des sucres ayant acquitté les droits aux fabriques et, par suite, n'entrent pas dans les chiffres qui précèdent, ont obtenu 13712465 pouds de raffinés, soit 786979 de plus qu'en 1887-1888 ; leur nombre est resté le même que pendant la campagne précédente, c'est-à-dire de 19.

Le compte rendu du département des contributions indirectes donne d'intéressants renseignements sur les prix de revient de la fabrication des sucres, prix qui présentent entre eux de grands écarts, selon les conditions économiques et techniques dans lesquelles sont placées les usines. D'après les rapports des directeurs provinciaux des accises, leur moyenne générale pour la campagne 1888-1889 ressort, y compris le droit d'accise (85 copecs par poud), à 3 r. 50 c. par poud de sucre, avec un minimum de 2 r. 75 c. et un maximum de 4 r. 44 c. (1). Pour les fabriques du gouvernement de Kiev, la moyenne s'établit à 3 r. 30 c. et accuse une réduction de 17 c. sur la campagne précédente ; dans le gouvernement de Volhynie, le coût de la production a varié de 2 r. 75 c. à 3 r. 45 c. par poud, avec une moyennne de 3 r. 10 c. inférieure de 25 c. à celle de 1887-1888 ; dans la Podolie, le prix de revient n'est pas descendu au-dessous de 3 r. 10 c., avec un maximum de 3 r. 93 c. et une moyenne de 3 r. 34 c., en augmentation de 14 c. sur celle de l'année précédente ; dans le gouvernement de Lomja, la moyenne de 1888-1889 monte à 3 r. 70 ; mais elle est moindre de 18 cop. que le chiffre de 1887-1888 ; dans le gouvernement de Plotsk, les prix de production sont en moyenne restés les mêmes que pendant la campagne précédente, soit 4 r. 3 c. ; dans le gouvernement de Toula, ils atteignent 4 r. 25 c. et dans celui de Samara

(1) Le rouble est de 100 copecs ; le rouble métal vaut 4 francs et le rouble papier environ 3fr 70.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4 r. 44 c. D'une façon générale, la moyenne des prix de revient a continué à suivre en 1888-1889 un mouvement de décroissance et ce résultat est dû principalement à la réduction des frais de personnel et de main-d'œuvre dans les usines, à la diminution amenée dans la dépense du combustible par des perfectionnements techniques, enfin à l'abaissement du prix des betteraves, dont la culture améliore la qualité, encouragée dans cette voie par les primes que les fabriques payent à ses produits les plus riches.

(*L'Économiste russe.*)

BIBLIOGRAPHIE

A TECHNOLOGICAL DICTIONARY OF INSURANCE CHEMISTRY, BY WILLIAM HARRIS.

Publié at the Phœnix fire Office Phœnix Chambers, Exchange, Liwerpool.

Un livre original par sa forme comme par son but a été publié récemment par M. Harris, secrétaire de la Société d'assurances le *Phœnix*, de Liverpool. Ce livre, écrit en anglais, a pour titre : *A technological Dictionary of Insurance chemistry* (*Dictionnaire technologique de la chimie des assurances*) et le titre suffit à en indiquer l'esprit général.

L'auteur s'est proposé d'éclairer non seulement les spécialistes dont l'assurance est l'occupation professionnelle, mais aussi tous ceux que les dangers d'incendie préoccupent, sur les propriétés des corps qui, en des circonstances déterminées, peuvent faire naître ces dangers.

La forme de dictionnaire adoptée par M. Harris rend faciles les recherches à ce sujet. A la place alphabétique que son nom lui assigne, chaque corps est caractérisé par une courte notice que termine l'indication des conditions dans lesquelles il peut s'enflammer ou déterminer l'inflammation des corps placés dans son voisinage, comme aussi la description des procédés à l'aide desquels cette inflammation peut être évitée ou l'incendie éteint, si, malgré tout, elle a lieu.

Cet ouvrage, écrit avec simplicité et concision, semble de nature à rendre de réels services.

A. G.

HÉMATURIE ET CACHEXIE DES BOVINS, PAR MARCEL VACHER

(Moulins, 1891, 1 plaquette in-8° broché.)

L'opuscule de M. Vacher est relatif à deux graves maladies des bestiaux, l'hématurie et la cachexie, qui ont de tout temps sévi d'une manière endémique dans le département de l'Allier. M. de Burat, l'un des grands éleveurs de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

région, effrayé par la recrudescence que présente le mal depuis quelques années, réclama une étude sérieuse de la question afin de renseigner les agriculteurs sur la conduite à tenir pour enrayer la maladie et sur les moyens prophylactiques à employer.

L'auteur décrit les recherches faites dans ce but par MM. les professeurs Cornil et Chantemesse; il indique les lésions constatées à l'autopsie des animaux examinés et les expériences faites pour déterminer les causes de l'hématurie. Il espère que les travaux entrepris éclaireront bientôt complètement cette importante question.

Quant à la cachexie, elle est bien connue des vétérinaires. C'est une maladie parasitaire, produite par un trématode, le *distoma hepaticum*, qui infeste souvent en grand nombre les canaux biliaires du foie et détermine le dépérissement et l'anémie de l'animal.

L'auteur rappelle que le développement et la propagation du parasite ne peuvent se faire qu'en des endroits marécageux. Il conseille donc de drainer les prés, d'augmenter la valeur nutritive du fourrage en modifiant le terrain par des engrais calcaires et phosphatés; alors la cachexie ne se montre plus et soit que l'hématurie soit liée dans une certaine mesure à cette affection, ou que l'animal sain et fortifié par une nourriture tonique soit assez robuste pour résister à la cause morbide, on n'observe plus de pissement de sang.

L'auteur cite plusieurs exemples avec beaucoup de détails et des analyses à l'appui; il rappelle les mauvais résultats des remèdes indiqués jusqu'à ce jour pour lutter contre cette épizootie et conclut en affirmant que, dans de telles circonstances, un drainage bien compris et un phosphatage à haute dose remettra sûrement tout le bétail sur un pied de bonne santé.

LA HOUILLE ET SES DÉRIVÉS, PAR O. CHEMIN ET F. VERDIER.

(Paris, 1 vol. in-8° broché.)

Cet ouvrage est un livre de vulgarisation, dans lequel les auteurs n'ont employé que des expressions à la portée de tous.

Ils ont pris la houille au sortir de la mine, et, sans entrer dans les détails de son extraction, ils ont fait connaître la nature, la composition et les propriétés de ce combustible. Ils ont indiqué ensuite les combustibles dérivés, briquettes d'agglomérés, charbon de Paris, coke, en mentionnant leurs propriétés, les avantages qu'ils présentent, leur fabrication et les machines qui s'y rapportent.

Dans le chapitre suivant se trouve traitée la question du chauffage domestique et du chauffage industriel.

La fabrication du gaz occupe une partie importante de l'ouvrage. Les auteurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exposent successivement l'historique de cette question, la théorie de la fabrication du gaz, son traitement industriel, puis ils font la description des appareils les plus récents et les plus perfectionnés. Ils traitent ensuite l'éclairage, le chauffage au gaz et les moteurs. Un dernier chapitre parle des produits dérivés : ammoniac, goudron, brai, etc.

L'ouvrage se trouve complété par un appendice contenant des notes et par une bibliographie très étendue qui renvoie le lecteur aux mémoires originaux et aux traités spéciaux. Il importe enfin de mentionner les nombreuses illustrations qui ajoutent beaucoup à la clarté et à l'intérêt de ce livre.

DÉVELOPPEMENT DE L'APPLICATION DU SYSTÈME COMPOUND AUX MACHINES LOCOMOTIVES, PAR A. MALLET.

(Paris, Chaix, 1890; brochure in-8°, planches.)

La brochure de M. Mallet a pour but d'exposer les nouveaux progrès de la locomotive compound, de décrire certains types et organes récemment introduits et enfin de réfuter les objections formulées par les adversaires de ce système.

L'auteur commence par l'exposé de l'*état actuel de la question*. Après avoir rappelé les débuts modestes des locomotives compound, il évalue à mille le nombre des machines à double expansion actuellement en service sur différentes lignes de chemins de fer, qu'il énumère et parmi lesquelles on doit mentionner, en France, la petite ligne de Bayonne à Biarritz. Un tableau renferme, pour les locomotives de ces diverses compagnies, les données numériques importantes et les dimensions des organes principaux.

L'auteur mentionne ensuite les types divers des locomotives compound, et en particulier le type original qu'il a lui-même réalisé; puis il étudie successivement les appareils de mise en marche, les changements de marche et autres dispositions particulières. Il passe en revue les machines à trois cylindres, les machines à quatre cylindres et deux mécanismes, les machines à quatre cylindres et quatre mécanismes, les machines articulées. Enfin, un dernier chapitre contient la réfutation des objections faites à la locomotive compound et rassemblées dans le mémoire de M. E. Polonceau sur l'historique et l'application du principe compound à la locomotive. Certaines de ces objections s'attaquent au principe lui-même, d'autres sont relatives aux difficultés de sa réalisation et de son fonctionnement; l'auteur répond à chacune, puis les lève toutes en montrant qu'elles sont en opposition formelle avec les résultats d'une pratique de plus en plus étendue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE RÉVÉLATEUR DONKIN ET L'ACTION DES PAROIS DES CYLINDRES A VAPEUR. MÉMOIRE PRÉSENTÉ A LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE PAR DWELSHAUVERS-DÉRY.

(Mulhouse, 1890, une brochure, in-8°.)

Les théories et les expériences de Hirn ont beaucoup contribué à mettre en évidence, depuis quelques années, l'importance de l'action thermique des parois dans les machines à vapeur. Cette question a été à plusieurs reprises discutée et soumise au calcul d'une manière fort remarquable par plusieurs savants, parmi lesquels on doit citer le professeur Kirsch et M. Cavalli ; mais il manquait à tous ces travaux une base expérimentale directe fournissant des conclusions tirées des faits réels, tels qu'ils se passent, et non des formules ou des coefficients obtenus dans des conditions souvent très différentes de celles où l'on se trouve dans l'application. Telle est la lacune que le *révélateur de Donkin* est appelé à combler.

L'auteur décrit l'instrument tel qu'il avait été conçu à l'origine ; simple tube de verre fermé à un bout, fixé par l'autre en un point convenable de la paroi du cylindre et permettant de constater *de visu* les phénomènes de condensation et d'évaporation correspondants aux différentes phases d'admission de détente ou de condensation. Il indique les inconvénients de cet appareil et ses perfectionnements tendant à réaliser autant que possible, dans ce prolongement transparent des parois du cylindre, les conditions mêmes dans lesquelles se trouvent ces parois.

Cette description est suivie de l'exposé des expériences faites au moyen du *révélateur*, et notamment du mode d'emploi de cet instrument pour étudier la loi de propagation de la chaleur à travers le métal des cylindres à vapeur, et pour rechercher l'effet produit par l'enveloppe de vapeur.

En résumé, l'auteur prédit que ce petit appareil qui permet de faire l'étude expérimentale de tant de problèmes complexes entrera définitivement dans la pratique comme un précieux instrument de progrès.

PROGRAMME DES PRIX

PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE A DÉCERNER DANS LES ANNÉES 1891 A 1896

GRANDES MÉDAILLES.

La Société décerne, chaque année, sur la proposition de l'un des six comités du Conseil, une médaille en or portant l'effigie de l'un des plus grands hommes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont illustré les arts ou les sciences, *aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française,* pendant le cours des six années précédentes.

Ces grandes médailles seront distribuées dans l'ordre suivant :

1891. Arts chimiques.	à l'effigie	de Lavoisier.
1892. Architecture et beaux-arts.	—	de Jean Goujon.
1893. Agriculture.	—	de Thenard.
1894. Arts économiques.	—	d'Ampère.
1895. Commerce	—	de Chaptal.
1896. Arts mécaniques	—	de Prony.

Dans les années précédentes, ces médailles ont été décernées, savoir : en 1868, pour le commerce, à M. *F. de Lesseps;* — en 1870, pour la chimie, à M. *H. Sainte-Claire Deville;* — en 1872, pour l'agriculture, à M. *Boussingault;* — en 1873, pour la physique et les arts économiques, à sir *Charles Wheatstone;* — en 1875, pour le commerce, à M. *Jacques Siegfried;* — en 1876, pour les arts mécaniques, à M. *H. Giffard;* — en 1877, pour les arts chimiques, à M. *Walter Weldon;* — en 1880, pour l'architecture et les beaux-arts, à M. *Ch. Garnier,* architecte; — en 1882, pour les arts économiques, à M. *Gaston Planté;* — en 1883, pour le commerce, à la *Chambre de commerce* de Paris; — en 1884, pour les arts mécaniques, à M. *Joseph Farcot;* — en 1885, pour la chimie, à M. *Michel Perret;* — en 1886, pour les beaux-arts, à M. *Barbedienne;* — en 1887, à M. *Gaston Bazille,* pour l'agriculture; — en 1888, à M. *Émile Baudot,* pour les arts économiques; — en 1889, pour le commerce, à la Société de géographie commerciale de Paris; — en 1890, pour les arts mécaniques, à M. *Pierre-André Frey;* — en 1890 (hors tour), pour les arts économiques, à M. *Gramme.*

GRAND PRIX DU MARQUIS D'ARGENTEUIL.

Le marquis d'Argenteuil a légué à la Société d'Encouragement une somme de 40 000 francs pour la fondation d'un prix qui doit être décerné, tous les six ans, à l'auteur de la *découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française, principalement pour les objets dans lesquels la France n'aurait point encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère, soit quant à la qualité, soit quant aux prix des objets fabriqués.*

Le prix de 12 000 francs, ainsi fondé, a été décerné, en 1846, à M. *Vicat,* pour ses travaux sur les chaux hydrauliques; — en 1852, à M. *Chevreul,* pour ses travaux sur les corps gras; — en 1858, à M. *Heilmann,* pour sa peigneuse mécanique; — en 1864, à M. *Sorel,* pour la galvanisation du fer; — en 1870, à M. *Champonnois,* pour l'organisation des distilleries agricoles; — en 1880, à M. *Poitevin,* pour ses découvertes en photographie; — en 1886, à M. *Lenoir,* pour son moteur à gaz et l'ensemble de ses inventions.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GRAND PRIX DE LA SOCIÉTÉ.

La Société d'Encouragement décerne, tous les six ans, un grand prix de 12 000 francs *à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française.* Ce prix alterne avec celui qui a été fondé par le marquis d'Argenteuil.

Il a été décerné, en 1873, à M. *Pasteur,* pour ses travaux sur l'éducation des vers à soie, sur la conservation des vins et sur la fabrication de la bière et du vinaigre; — en 1883, à M. *Faucon,* pour le traitement par submersion des vignes; en 1889, à M. Benjamin Normand, pour l'ensemble de ses travaux mécaniques.

Il sera décerné de nouveau, s'il y a lieu, en 1895.

GRAND PRIX HENRI GIFFARD.

La Société a fondé sur les revenus du legs qui lui a été fait par Henri Giffard un grand prix de 6 000 francs qui sera décerné tous les six ans, à partir de l'année 1890, à la personne qui aura rendu des services signalés à l'industrie française. Il a été décerné pour la première fois, en 1890, à M. Ferdinand Carré pour ses travaux relatifs à la production artificielle du froid et à la fabrication des crayons destinés à l'éclairage électrique.

Ce prix sera décerné en 1896.

PRIX POUR LE PERFECTIONNEMENT DE L'INDUSTRIE COTONNIÈRE.

Les *exposants de la classe* 27, à l'Exposition universelle de 1867, sur l'initiative de M. Gustave Roy, ont donné à la Société d'Encouragement une somme de 13 169 fr. 85 c. pour la fondation d'un prix qui sera délivré, tous les six ans, à celui qui aura contribué le plus efficacement au développement ou aux progrès de l'industrie cotonnière en France.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

PRIX POUR LE MATÉRIEL DU GÉNIE CIVIL ET DE L'ARCHITECTURE.

Les *exposants de la classe* 65, à la même Exposition universelle, sur l'initiative de M. Elphège Baude, ont donné à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale une somme de 2 315 fr. 75 c. pour fonder un prix qui sera décerné, tous les cinq ans, *à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel et aux procédés du génie civil des travaux publics et de l'architecture.*

Ce prix consiste en une médaille d'or de 500 francs; il sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX POUR LES OUVRIERS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES.

Les *exposants de la classe* 47, à l'Exposition universelle de 1878, sur l'initiative de M. Fourcade, ont fondé auprès de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un prix provenant du produit net en argent d'un capital de 19011 fr. 85 c., qui sera remis chaque année, en séance publique de cette Société, au simple ouvrier des exposants de la classe 47 ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.

Ce prix est décerné tous les ans; il est de 800 francs.

PRIX DE LA CLASSE 50 A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

Les exposants de cette classe, sur l'initiative du baron Thénard, ont donné à la Société d'Encouragement une somme de 6326 fr. 80 c. pour la fondation d'un prix qui sera donné à l'auteur du perfectionnement le plus important apporté dans le matériel des usines agricoles et des industries alimentaires.

PRIX PARMENTIER.

Les exposants de la classe 50 à l'Exposition universelle de 1889 ont donné à la Société d'encouragement, sur l'initiative de M. Aimé-Girard, une somme de 9846 fr. 75 c. pour la fondation d'un prix triennal de 1000 fr. destiné à récompenser les recherches scientifiques ou techniques, susceptibles d'améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1893.

PRIX D'ABOVILLE, POUR LES MANUFACTURIERS QUI EMPLOIENT DES OUVRIERS INFIRMES.

Le général d'Aboville a laissé à la Société une somme de 10000 francs, qui a été divisée en trois prix à distribuer, avec intérêts échus, à tel manufacturier qui aura employé à son service, pendant une période déterminée, des ouvriers estropiés, amputés ou aveugles et qui, par ce moyen, les aura soustraits à la mendicité; le premier a été décerné en 1885 à la Société d'ateliers d'aveugles, le second a eté partagé en 1890 entre l'œuvre des sœurs aveugles de Saint-Paul, à Paris, la Société marseillaise des ateliers d'aveugles et l'œuvre de la Providence des infirmes Sainte-Élisabeth de Lyon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prix biennal Meynot *aîné père et fils, de Donzère (Drôme), de la valeur de 1 200 francs provenant du don de M. Meynot aîné père et fils.*

Ce prix sera attribué tous les deux ans à celui qui aura inventé ou perfectionné un instrument ou une machine propre à la moyenne ou à la petite culture.

L'invention ou le perfectionnement devra avoir pour résultat de réaliser une amélioration notable et avantageuse, soit dans la préparation des terres, soit dans le traitement des plantes et des animaux, soit encore dans les manipulations des produits de l'exploitation.

Ce prix pourra être encore attribué à celui qui aura introduit un procédé perfectionné de culture ou un végétal, ou un animal nouveau propre à accroître les profits de la petite ou de la moyenne culture.

Il sera décerné, pour la première fois en 1891, aux concurrents résidant dans la région du Sud-Est, comprenant les départements de la Drôme, de l'Ardèche, de l'Isère, du Rhône et des Hautes-Alpes.

Il sera attribué en 1895 et 1901 aux concurrents des autres départements de France, en 1897 aux concurrents de la région du Sud-Est et ainsi de suite de façon à revenir tous les six ans dans cette dite région du Sud-Est.

Au cas où aucun concurrent ne serait jugé digne de la récompense aux époques fixées, le concours sera remis d'année en année jusqu'à ce qu'un mérite suffisant se soit produit.

En cas de non-attribution, le montant du prix fera retour au capital pour accroître la valeur du prix à distribuer ultérieurement.

Les concurrents devront se faire inscrire avant le 1er janvier de l'année du concours.

Le prix tel qu'il est formulé ne sera pas disputé par de nombreux concurrents; le champ des inventions d'outils et machines pour la petite et la moyenne culture est en effet limité et il est à craindre que souvent le prix ne puisse être décerné. En conséquence, la Société a admis une variante.

Le prix tel qu'il a été défini sera décerné tous les six ans. Il sera mis au concours dans toute la France.

Pendant la période de six ans, il y aura deux prix biennaux qui seront décernés :

Au cultivateur, viticulteur ou maraîcher qui, cultivant son bien ou le bien d'autrui en qualité de colon à mi-fruits ou à prix d'argent, avec les bras de sa famille, soit seul, soit avec un ouvrier *au plus*, donnera le meilleur exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre dans son ménage et qui, par l'application des meilleures méthodes de culture et de l'outillage le plus perfectionné, aura réalisé les meilleurs résultats dans sa petite exploitation.

Ce prix sera décerné alternativement et successivement dans chacun des départements de la région du Sud-Est; d'abord dans la Drôme, puis dans l'Isère, etc., etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce prix aura une certaine importance, il constituera une petite fortune pour celui qui l'obtiendra, et fera bénir le bienfaiteur par les familles laborieuses du pays.

La Société joindra à la récompense pécuniaire une médaille d'argent qui en perpétuera le souvenir dans les familles.

Pour atteindre le but et empêcher le prix d'aller à de gros cultivateurs, il faudra tenir la main à ce que les concurrents soient ceux qui cultiveront leur bien avec leurs bras, *seuls ou avec l'aide d'un ouvrier au plus* (homme ou femme).

SUCCESSION DES PRIX.

1er prix en 1889 pour l'invention dans les départements de la région Sud-Est.
— 1891 prix de petite culture dans la Drôme.
— 1893 — — dans l'Isère.
— 1895 pour l'invention dans toute la France.
— 1897 prix de petite culture dans l'Ardèche.
— 1899 — — dans le Rhône.
— 1901 pour l'invention dans les départements de la région Sud-Est.
— 1903 prix de petite culture dans la Savoie.
— 1905 prix de petite culture dans la Haute-Saône. Etc.

PRIX MELSENS.

Mme veuve Melsens, voulant perpétuer la mémoire de M. Melsens, son mari, a donné à la Société une somme de 5 000 francs, pour fonder un prix destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène.

Ce prix de la valeur de 500 francs est triennal. Il sera décerné en 1892.

ARTS MÉCANIQUES

1° **Prix de 2000 francs** *pour un petit moteur destiné à un atelier de famille, fonctionnant isolément ou rattaché à une usine centrale.*

On a souvent signalé l'intérêt qu'il y aurait, pour le petit fabricant en chambre, à se procurer commodément et à bon marché, toutes les fois qu'il en aurait besoin, la petite quantité de travail pour laquelle il a ordinairement recours à l'assistance momentanée d'un tourneur de roue.

Un prix est proposé, dans ce but, pour un moteur à arbre rotatif, pouvant mettre à peu de frais, à la disposition de l'ouvrier en chambre, un travail de 6 à 20 kilogrammètres par seconde. Les dispositions proposées devront permettre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de faire varier, entre ces limites, la puissance disponible, sans présenter de trop grands écarts dans le rendement; et, s'il est possible, elles devront se prêter aux vitesses les plus convenables, suivant la nature de l'opération à effectuer.

La solution de cette question aurait pour conséquence de favoriser le travail en famille.

La Société a décerné quatre fois ce prix : la première fois, à un moteur hydraulique utilisant l'eau des conduites d'une ville; la deuxième, à un moteur à vapeur; la troisième, à un moteur à gaz; et la quatrième, à un système de transmission de force à domicile. Elle désirerait voir varier la forme et le mode d'action des moteurs qui peuvent recevoir des applications du même genre, et elle a maintenu ce prix au concours pour 1892.

2° **Prix de 2000 francs** *pour les progrès à réaliser dans la filature mécanique du lin et du chanvre.*

La filature mécanique du lin, dont la prospérité a été surtout la conséquence de la crise cotonnière, laisse encore à désirer. Elle n'atteint pas la limite de finesse obtenue par la main; ses métiers sont plus volumineux, plus lourds, plus chers que ceux des autres filatures. L'intervention de l'eau chaude est indispensable, si ce n'est pour les gros fils, et la force motrice dépensée est bien plus grande, à numéro égal, pour le lin que pour les autres substances textiles.

Ces faits constituent des inconvénients graves; ils compliquent les opérations, limitent l'échelle des produits, entraînent à des dépenses considérables, rendent le travail insalubre et expliquent la lenteur du développement normal de l'industrie du chanvre et du lin, qui intéresse particulièrement les pays agricoles. La Société pense que la plupart de ces obstacles tiennent à l'insuffisance de l'assouplissage et de la désagrégation mécanique et physique des filasses du chanvre et du lin, et que, mieux divisées, celles-ci pourraient se filer à une plus grande finesse, ou bien à finesse égale, avec une dépense moindre et une production supérieure. De légères modifications aux machines en usage suffiraient en ce cas pour procurer les résultats désirés. La division de la matière première devrait néanmoins se borner à une désagrégation physique de la masse des fibres, sans atteindre les inconvénients connus de la cotonisation chimique.

Certains systèmes de rouissage se rapprochent du but par l'état dans lequel ils mettent la substance filamenteuse. S'ils ne sont pas encore répandus dans la pratique, c'est que les filateurs répugnent à tout essai qui les obligerait à modifier des machines coûteuses, dont le fonctionnement normal est nécessaire à l'établissement.

La Société d'Encouragement propose un prix de 2000 francs en faveur de l'industriel qui, le premier, produira, mécaniquement et d'une façon courante, des fils de lin d'une finesse dépassant 100 000 mètres au kilogramme ou des fils de chanvre de 15 000 mètres au kilogramme. La production de ces fils dans tous les numéros sera obtenue avec une économie de 15 pour 100 au moins sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la force motrice, et avec une diminution telle dans la température de l'eau, si l'action de la chaleur restait nécessaire, qu'il n'en résulte pas de buée sensible.

Pour avoir droit au prix proposé, il faudra avoir livré à la consommation au moins pour *vingt mille francs* de fils de lin ou de chanvre dans les conditions ci-dessus énoncées.

Dans le cas où le progrès serait atteint par suite de l'emploi de filasses rouies par l'un des procédés existants, la Société se réserve d'accorder à son auteur une récompense spéciale sous forme de médaille ou de prix.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

3° **Prix de 3000 francs** *pour le moyen de transporter à grande distance les forces mécaniques naturelles.*

Les cours d'eau offrent une force motrice considérable, qu'il est souvent facile de recueillir dans les montagnes où des chutes naturelles permettent d'éviter des constructions dispendieuses. Mais souvent les alentours de ces chutes ne se prêtent pas à l'établissement d'usines ou à l'installation de leurs populations ouvrières Il en résulte que beaucoup d'entre elles ne sont pas actuellement utilisables.

La Société d'Encouragement voudrait voir les inventeurs tourner leurs investigations vers la réalisation économique du transport, direct ou indirect, de la force motrice à de grandes distances. Selon l'importance des applications économiques qui lui seraient soumises, elle accorderait à ces solutions des prix de 1 000 à 3 000 francs.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892, à la plus importante des applications de cette nature que la Société aura été appelée à constater.

4° **Prix de 2000 francs** *pour l'application à la mouture des grains de procédés donnant des résultats meilleurs que le système habituel.*

Depuis quelques années, on applique des procédés de mouture qui donnent des résultats supérieurs à ceux que fournissent communément les meules.

La Société d'Encouragement pense qu'il est d'un grand intérêt pour la prospérité de la meunerie en France, soit d'appliquer promptement les procédés perfectionnés connus actuellement ou d'autres meilleurs, soit d'améliorer l'ancien système, de façon à obtenir des résultats plus avantageux.

En conséquence, la Société met au concours un prix de 2 000 francs, qui sera décerné à l'industriel qui aura fait, en France, à la minoterie, l'application la plus considérable et la mieux entendue, soit de nouveaux procédés, soit de perfectionnements aux procédés actuels, et qui sera parvenu par là à produire des farines dans les conditions les plus avantageuses.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° **Prix de 2000 francs** *pour un moteur à combustible liquide.*

Les moteurs thermiques dont le fonctionnement repose sur l'usage des combustibles gazeux se sont beaucoup répandus dans l'industrie depuis quelques années. Il n'en est pas de même des moteurs utilisant les combustibles liquides; quelques tentatives seulement ont été faites pour substituer, dans des machines analogues aux machines à gaz, les vapeurs des essences volatiles au gaz de l'éclairage. Dans un grand nombre de circonstances, l'emploi d'un combustible liquide pour obtenir la force motrice serait fort avantageux.

Désirant appeler les recherches des inventeurs dans cette direction, la Société d'Encouragement propose un prix de 2 000 francs pour une machine empruntant son mouvement à la chaleur développée par un combustible liquide. Le combustible utilisé pourra être fixe ou volatil. Il est bien entendu que l'action motrice ne sera pas développée par l'intermédiaire de la vapeur d'eau, solution déjà connue et pratiquée.

Le prix ne pourra être attribué qu'à des moteurs d'une puissance de plusieurs chevaux ayant déjà fonctionné en marche industrielle pendant plus de trois mois.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

6° **Prix de 3000 francs** *pour l'exécution rapide et économique des sondages profonds.*

Les sondages rendent de grands services pour les recherches géologiques, pour l'exploration des gisements souterrains, pour l'obtention de l'eau, pour l'exploitation de certains produits solides, liquides ou gazeux.

Augmenter la rapidité des sondages à grande profondeur, en rendre moins aléatoires l'exécution et la conservation, en diminuer la dépense, serait bien certainement accroître le nombre des cas où le sondeur peut intervenir utilement.

La Société d'Encouragement voudrait voir s'accuser davantage ces améliorations dans l'art du sondage en France, et elle propose un prix de 3 000 francs pour cet objet.

Pour avoir droit au prix proposé, le sondeur, Français ou étranger, devra avoir foré, en France ou dans une colonie française, au moins un sondage de 200 mètres de profondeur au minimum. Ce travail devra avoir été exécuté économiquement et en peu de temps. Les difficultés spéciales contre lesquelles on aura eu à lutter dans chaque cas entreront naturellement en ligne de compte dans l'appréciation de ces résultats.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7° **Prix de 3000 francs** *pour un procédé de rouissage industriel du lin et du chanvre.*

De nombreux procédés ont été proposés et essayés sans succès durable pour substituer des moyens manufacturiers aux diverses méthodes de rouissage rural (rouissage sur le pré, à l'eau courante, à l'eau stagnante). Sans oublier les expériences de Parent-Duchatelet, tendant à démontrer l'innocuité des eaux de rouissage, sans discuter les travaux d'autres hygiénistes sur le même sujet, il est incontestable que la pratique actuelle présente des inconvénients multiples.

Non seulement l'émission dans les cours d'eau des liquides provenant des routoirs occasionne la destruction du poisson, mais, au point de vue même de la préparation des fibres, le rouissage, tel qu'il s'exécute généralement, se trouve soumis aux influences atmosphériques, et la qualité de la filasse est souvent altérée par une brusque variation de température.

D'autre part, les objections faites aux rouissages manufacturiers tiennent : 1° à la difficulté de transporter, dans une usine plus ou moins éloignée des champs de culture, des poids considérables de tiges réparties sur les grands espaces; 2° au prix de revient élevé des traitements.

A une époque où le personnel des campagnes se familiarise avec l'usage des engins mécaniques et des produits chimiques, où le coût de la main-d'œuvre augmente constamment, l'étude du problème mérite d'être reprise. En conséquence, la Société d'Encouragement propose un prix de 3 000 francs en faveur du procédé qui, tout en faisant du rouissage une opération manufacturière, permettra de traiter les tiges à proximité du lieu de la récolte. Le rendement en filasse, l'épuration et les qualités de la fibre, l'économie de la main-d'œuvre, devront compenser tout au moins le supplément de dépenses occasionné par l'adoption des moyens nouveaux.

Le prix ne pourra être décerné avant la justification d'une exploitation industrielle de deux campagnes, au minimum, et de l'utilisation, par la filature française, des produits rouis durant cette période.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

8° **Prix de 5 000 francs** *pour une machine motrice de 25 à 100 chevaux, dépensant au maximum, en travail courant, 6 kilogrammes 1/2 de vapeur par heure et par cheval indiqué.*

L'importance toujours croissante de la machine à vapeur dans tous les travaux de l'industrie a amené, avec la généralisation de son emploi, des perfectionnements qui ont réduit successivement le chiffre de la consommation de vapeur par cheval.

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, qui a favorisé ce mouvement par le concours qu'elle a ouvert en 1848, n'a pas cessé, depuis lors, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suivre avec la plus vive sollicitude les améliorations que l'on a obtenues : elle serait heureuse d'avoir à constater de nouveau un progrès marqué.

C'est dans ce but qu'elle a institué le prix proposé. Dans le cas où plusieurs concurrents atteindraient le même résultat, la préférence sera accordée à celui qui présentera la machine la plus légère et la moins chère. Les expériences devront durer assez longtemps pour que les faits constatés acquièrent une certitude suffisante, et ne pourront être faites que sur des machines ayant déjà fonctionné industriellement pendant une durée d'au moins six mois.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Prix *relatifs à la navigation aérienne.*

Depuis quelques années, grâce aux travaux de MM. Krebs, Renard, Tissandier et autres savants aéronautes, la science de la navigation aérienne a fait des progrès considérables. Sans que le problème de la direction des navires aériens ait encore reçu une solution entièrement pratique, il semble que le moment ne soit plus bien éloigné où il sera possible à l'homme de se soutenir et de se diriger dans les airs : la question, on peut le dire, touche à sa maturité, car les études antérieures ont défini à la fois ce qu'il faut chercher et dans quel sens il faut chercher. On sait aujourd'hui que le problème rentrerait dans la catégorie de ceux que résolvent chaque jour les mécaniciens, si l'on était en possession à la fois d'un moteur très puissant et très léger, et de données et coefficients numériques permettant de calculer l'intensité des réactions qui s'exercent entre une surface mobile et l'air dans lequel elle est en mouvement.

Le Conseil de la Société a pensé que le moment était venu d'aborder enfin ces questions, et c'est pour en hâter la solution qu'il propose les deux prix ci-après :

9° **Prix de 2 000 francs** *pour un moteur d'un poids de moins de* 50 *kilogrammes par cheval de puissance.*

La puissance est effective et mesurée au frein sur l'arbre de couche.

Le poids est celui de l'appareil moteur complet, y compris, s'il y a lieu, la chaudière, les volants, la tuyauterie, les outils de service et autres accessoires, les approvisionnements pour une marche à pleine puissance pendant deux heures au moins, et les récipients contenant ces approvisionnements. Le moteur devra être produit tout prêt à fonctionner; il sera soumis à des essais sous le contrôle de la Société d'Encouragement; le fonctionnement devra être sûr et régulier. L'agent moteur pourra être quelconque, vapeur, gaz, électricité, etc.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10° **Prix de 2000 francs** *pour une étude des coefficients nécessaires au calcul mécanique d'une machine aérienne.*

Il s'agit de recherches ayant pour objet la détermination des réactions qui se produisent aux divers points d'une surface se mouvant dans l'air, dans les circonstances variées que peut offrir le problème de la navigation aérienne; les principales de ces circonstances sont : l'étendue de la surface, sa nature, sa forme, sa vitesse, la nature de son mouvement, etc. L'étude aura un caractère essentiellement expérimental ; les calculs théoriques ne seront pas exclus, mais en tant seulement qu'ils ne comporteront rien d'hypothétique.

Le prix sera délivré, s'il y a lieu, en 1892.

11° **Prix de 3000 francs** *pour un appareil diminuant dans une large mesure la fumée des foyers des chaudières à vapeur.*

Les foyers industriels alimentés avec de la houille ou des agglomérés, notamment ceux des chaudières à vapeur, donnent lieu à une production abondante de fumée dont tout le monde connaît les inconvénients.

On a proposé un grand nombre de dispositions pour y remédier, on est même parvenu à obtenir des foyers complètement fumivores. Tous ces appareils sont restés à l'état d'essai et n'ont pas été adoptés principalement à cause de leur complication, de leur prix élevé, de leurs fréquentes réparations, de la prompte destruction des chaudières et parfois de la nécessité de faire usage d'une puissance motrice.

En présence de l'augmentation toujours croissante du nombre des chaudières à vapeur et des plaintes de plus en plus pressantes des voisins des grandes usines, la Société d'Encouragement a pensé qu'elle rendrait un service signalé aux habitants des grandes villes en mettant au concours la construction d'un appareil simple et peu coûteux atténuant la production de la fumée de telle façon qu'elle cesse d'être incommode.

La préférence sera accordée au système qui, pouvant s'appliquer à tous les foyers, procurera la plus grande économie de combustible.

Pour avoir droit au prix, il faudra que l'appareil soit en fonction depuis environ six mois sur un groupe de chaudières vaporisant au moins deux mille litres d'eau par heure.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1893.

12° **Prix de 3000 francs** *pour le perfectionnement de l'aérage mécanique des mines.*

L'aérage mécanique des mines présente une grande importance pour le bien-être et pour la sécurité des ouvriers.

Les perfectionnements apportés à l'aérage mécanique des mines de charbon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paraissent constituer les moyens les plus actifs de diminuer les dangers du grisou.

Sans s'attacher aux procédés et appareils de tout genre si souvent proposés pour combattre le grisou, la Société désire recevoir communication de tous travaux théoriques ou pratiques ayant trait à la construction, à l'installation et au fonctionnement des ventilateurs, à la répartition de l'air, au contrôle et à la mesure de l'aérage, dans les diverses parties des mines.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1893.

ARTS CHIMIQUES

1° **Prix de 2000 francs** *pour la préparation industrielle de l'ozone et pour ses applications.*

Schönbein a constaté l'existence d'une modification de l'oxygène à laquelle il a donné le nom d'ozone.

Cette modification prend naissance, quand on électrise l'oxygène ou l'air; quand on dégage par certains procédés spéciaux l'oxygène des corps qui en contiennent; quand le phosphore, les essences et certains corps combustibles s'oxydent à froid; enfin quand l'air est agité par les orages ou modifié par l'action de végétaux vivants.

L'ozone possède, comme corps oxydant, une activité comparable à celle du chlore. Il oxyde l'argent à froid; il détruit instantanément une foule de substances organiques; il décolore les matières colorantes; il brûle les miasmes, etc. Il aurait tous les avantages du chlore sans en avoir peut-être les inconvénients.

Si l'industrie avait à sa disposition un procédé qui lui permît de produire l'ozone avec économie et de le conserver ou de l'utiliser facilement, elle pourrait en tirer un parti avantageux; car, après avoir agi sur les matières organiques, par exemple, l'ozone ne laisse que des substances inertes, l'eau et l'acide carbonique. Le chlore donne, comme on sait, de l'acide chlorhydrique, dont il faut se débarrasser; de plus, il se substitue à l'hydrogène dans une foule de cas et crée ainsi des complications dont il faut tenir compte et que l'ozone ne fait jamais naître.

La Société est disposée, en conséquence, à favoriser tout effort tendant à produire l'ozone avec économie et facilité, et donnant les moyens de récolte et de conservation nécessaires pour que ce corps remarquable puisse être mis régulièrement à la disposition de l'industrie.

Le prix est proposé pour une solution complète du problème, mais la Société se réserve d'encourager toutes les tentatives sérieuses, soit de préparation, soit d'application.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° **Prix de 1000 francs** *pour l'utilisation des résidus de fabrique.*

Il fut un temps où les chimistes rejetaient, comme inutile et sans objet, le résidu, le *caput mortuum,* de leurs opérations. En tenir compte fut une révélation qui, de proche en proche, conduisit de Glauber à Lavoisier, c'est-à-dire de la manipulation indécise à la théorie la plus sûre.

Beaucoup d'industries en sont encore à cette période où les résidus de leurs travaux demeurent sans emploi et deviennent, par leur importance, l'occasion de troubles pour l'hygiène publique, ou de lourdes dépenses et de grandes gênes.

Les laitiers des hauts fourneaux, les charrées des fabriques de soude, les eaux-mères des marais salants, etc., constituent des masses dont l'exploitation sollicite vivement l'attention de l'industrie.

Tout emploi utile de ces matériaux dégrèverait d'une charge les industries qui les produisent, et réduirait d'autant le prix de revient de leurs produits, au profit du consommateur.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

3° **Prix de 1000 francs** *pour la découverte d'un nouvel alliage utile aux arts.*

La plupart des alliages employés dans l'industrie sont connus depuis longtemps. Cependant de nouveaux métaux ont été découverts, et l'un d'eux, l'aluminium, a fourni un bronze doué de qualités extraordinaires dont les arts et les beaux-arts tireront un parti considérable, lorsque son prix de revient le rendra accessible aux emplois communs de la vie.

Le bronze d'aluminium, éminemment malléable et ductile, partage avec le fer et l'acier la propriété de se laisser forger à chaud et de pouvoir être soudé. Fusible à une température élevée, il se prête à tous les travaux de moulage. Il résiste mieux à l'air et aux agents d'oxydation que les bronzes ou laitons anciennement connus.

Pourquoi les métaux nouvellement connus ne seraient-ils pas susceptibles de fournir aussi des alliages doués de qualités spéciales dignes de l'attention de l'industrie? Ce sont des études à entreprendre et des essais à tenter : la Société, en les provoquant, tiendra compte, du reste, de tout travail exact, faisant connaître les propriétés des alliages anciens ou nouveaux, lors même que leurs auteurs n'auraient pas trouvé l'occasion de faire sortir de leurs recherches de nouvelles applications industrielles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

4° **Prix de 4000 francs** *pour la découverte de procédés capables de fournir, par des transformations chimiques quelconques, des espèces organiques utiles, telles que la quinine, le sucre de canne, etc.*

La chimie organique est en possession de doctrines et de méthodes pratiques au moyen desquelles on peut prévoir et réaliser la production, par voie de trans-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

formation, d'un grand nombre de substances. L'urée, l'huile d'amandes amères, l'huile volatile de reine-des-prés, l'alcool, l'acide des fourmis, les essences à odeur de fruit, etc., ont été reproduits au moyen de procédés certains, en partant de substances qui semblaient très éloignées de la composition de ces corps, et quelquefois avec autant d'économie que de facilité.

Il n'y a pas de limites à ces sortes de créations, ou plutôt de ces nouveaux arrangements. Aux yeux de la théorie, il n'y a pas de différence entre la production de l'urée et celle de l'indigo ou de la quinine, entre celle de l'acide formique ou de l'alcool et celle du sucre de canne.

Aux yeux de la pratique, il n'en est pas de même, et, tandis que les alcaloïdes artificiels connus demeurent presque tous d'un faible intérêt à ses yeux, la découverte de la quinine artificielle aurait un retentissement immense et rajeunirait la gloire de Pelletier et de Caventou.

La Société d'Encouragement, convaincue que les progrès de la chimie organique permettent d'aborder ces sortes de problèmes, ne craint pas d'engager les chimistes à s'en occuper; s'ils n'atteignent pas le but, ils seront du moins récompensés de leurs efforts par des résultats scientifiques nouveaux.

Elle fait remarquer, d'ailleurs, qu'il ne s'agit point de la découverte de procédés exploitables au point de vue commercial, mais de la découverte pure et absolue d'un moyen quelconque pour la formation artificielle d'une substance éminemment utile de l'ordre de celles qui sont citées plus haut.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

5° **Prix de 3000 francs** *pour la fabrication courante d'un acier ou fer fondu doué de propriétés spéciales utiles, par l'incorporation d'un corps étranger.*

On sait par les recherches de Faraday que plusieurs métaux, le platine, le palladium, le chrome, etc., modifient les propriétés de l'acier, d'une façon notable, dans le cas où ces métaux ne sont alliés au fer qu'en minime proportion.

Plus récemment, il a été constaté que les aciers sont rendus d'autant plus durs qu'ils renferment plus de tungstène. Leur ténacité statique s'accroît aussi; mais le métal devient plus aigre; il s'allonge moins. Les effets utiles ou nuisibles du manganèse sur l'acier ont été signalés également dans ces derniers temps. Mais il y a loin encore de ces indications plus ou moins vagues à une fabrication régulière et courante.

Cependant aujourd'hui que, grâce aux procédés Bessemer et Martin Siemens, l'emploi de l'acier et des fers fondus s'est considérablement élargi, l'attention se reporte de nouveau sur les travaux de Faraday. Il importe de connaître l'influence spéciale des métaux étrangers sur les propriétés du fer et de l'acier.

La Société d'Encouragement, désirant favoriser ces études, décernera un prix de 3 000 francs à celui qui fabriquera, sur une large échelle, et qui aura fait accepter par les arts ou les ateliers de construction un fer fondu doué de propriétés spéciales par l'incorporation d'un corps étranger.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6° **Prix de 2000 francs** *pour la découverte et la mise en œuvre d'un procédé pour l'utilisation du tanin contenu dans des écorces ou autres matières premières non encore employées dans la tannerie.*

L'industrie de la tannerie semble limitée, dans son développement, par la difficulté qu'on a à se procurer du tanin à un prix convenable. La principale source de cette substance est l'écorce de chêne, et pour en augmenter la quantité, on a été amené à exploiter le chêne à courte période. Il serait désirable, au contraire, qu'on pût conserver à cet arbre une longévité qui développerait dans son bois des qualités précieuses et très recherchées, qu'on ne retrouve dans aucune autre essence indigène. L'écorce du châtaignier et le sumac, ainsi que d'autres arbustes, ont aussi servi à donner du tanin, mais ces substances ne sont pas en grande abondance et n'ont jusqu'à présent fourni que des quantités utiles très restreintes.

Le tanin abonde cependant dans un grand nombre de substances végétales, surtout dans les écorces de beaucoup d'arbres; mais ses propriétés et son action y sont neutralisées par la présence d'autres principes, résineux ou extractifs, qui se sont opposés, jusqu'à présent, à ce que ces écorces puissent être utiles dans la tannerie. L'écorce des arbres résineux, par exemple, est très abondante et sans usage, et elle contient des quantités importantes de tanin; ces arbres sont, après le chêne, les plus communs dans les forêts françaises, et il est regrettable de voir détruire chaque année, sans profit, une grande quantité d'écorces qui contiennent des matières précieuses.

La Société désire provoquer la recherche de procédés, chimiques ou autres, par lesquels on puisse écarter ces principes étrangers, mettre en évidence et à l'état actif le tanin renfermé dans ces écorces ou autres substances végétales. Elle constatera l'emploi industriel qui en aura été fait dans la tannerie, et décernera un prix de 2000 francs à l'auteur du procédé le plus avantageux et le plus employé.

Ce prix sera délivré, s'il y a lieu, en 1892.

7° **Prix de 2000 francs** *pour la substitution à l'acide sulfurique dans la teinture, et notamment dans la teinture des soies, d'un autre composé donnant aux fibres l'apprêt voulu, mais n'exerçant pas sur elles la même action destructive.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

8° **Prix de 2000 francs et de 1000 francs** *pour la fabrication industrielle, en France, de l'acide sulfurique fumant et de l'acide sulfurique anhydre.*

La fabrication de l'acide sulfurique de Nordhausen a été jusqu'ici le monopole de quelques fabriques de l'Allemagne. La consommation était d'ailleurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

limitée à l'emploi qu'on en faisait pour dissoudre l'indigo. Aujourd'hui que l'acide fumant est, pour ainsi dire, indispensable à la production de corps importants tels que l'alizarine artificielle, il serait utile que nos industriels, au lieu de faire venir de loin et à grands frais un produit dont l'usage s'étend déjà beaucoup et s'étendra certainement encore plus dans l'avenir, pussent le tirer des fabriques nationales d'où ils tirent leurs autres produits.

La Société d'Encouragement a décidé qu'un prix de 2 000 francs serait décerné au fabricant qui produirait le premier, en France, l'acide fumant ou l'acide anhydre, par un procédé plus économique que ceux qui ont été appliqués jusqu'ici.

Elle accordera une prime de 1 000 francs à l'industriel qui aura mis en œuvre l'une des méthodes déjà connues, en établissant, en France, une fabrication régulière et suffisamment importante.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1892.

9° **Prix de 3000 francs** *pour de nouvelles applications des métaux ou des corps simples non métalliques peu employés jusqu'ici dans l'industrie.*

Différents corps simples, métalloïdes ou métaux, autrefois inconnus, très rares ou d'une préparation très difficile, sont aujourd'hui devenus communs par suite de la découverte de nouveaux gisements ou de perfectionnements dans les procédés d'extractions.

Le silicium, le bore, le brome, l'iode, le sélénium, le tellure, etc., ont été jusqu'ici peu employés en dehors des laboratoires.

Il en est de même de plusieurs métaux, dont les minerais sont très communs, le calcium, le magnésium, le baryum, etc.

D'autres, tels que le chrome, le cobalt, le nickel, le palladium, etc., se rapprochent des métaux précieux par leur densité, leur éclat, leur inaltérabilité, et semblent appelés à jouer un rôle plus ou moins important.

La Société propose un prix de 3 000 francs pour récompenser les meilleurs essais de préparation et d'utilisation industrielle de ces différents corps métalloïdes ou métaux, laissant d'ailleurs les expérimentateurs libres de choisir leur voie.

Le prix pourra être décerné, en tout ou en partie, en 1892.

10° **Prix de 2000 francs** *pour de nouveaux progrès réalisés dans la fabrication du chlore.*

La fabrication de la soude subit, en ce moment, une grave transformation. Au procédé de Le Blanc tend à se substituer, de tous côtés, le procédé de fabrication qui repose sur la décomposition à froid du chlorure de sodium par le bicarbonate d'ammoniaque.

L'exploitation de ce procédé, tenté déjà à plusieurs reprises, et notamment en 1855, par MM. Schlœsing et Rolland, a, depuis quelques années, pris rang définitivement parmi les grandes industries chimiques, et, dès à présent, elle livre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au commerce des quantités de sel de soude dont le prix de revient est, dans une large mesure, inférieur au prix de revient de la soude fabriquée par le procédé Le Blanc.

Cependant le développement de cette nouvelle industrie se trouve forcément limité par la nécessité, pour la fabrication des produits chimiques, de fournir aux arts non seulement le sodium, mais encore le chlore que le sel contient. En effet, tandis que, dans le procédé Le Blanc, le manufacturier, par la production du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique, utilise ces deux éléments, on voit, dans les procédés à l'ammoniaque, tout le chlore évacué à l'état de résidus et généralement sous la forme de chlorure de calcium. D'où résulte, d'une façon nécessaire et dans une mesure fixée par les besoins du blanchiment, de la papeterie, etc., la conservation actuelle du procédé ancien en face du procédé nouveau.

Il en serait autrement si, résolvant un problème jusqu'ici considéré comme insoluble, la fabrication des produits chimiques parvenait à retirer des résidus laissés par la fabrication de la soude à l'ammoniaque, le chlore que ceux-ci emportent à l'état inutile. Complétés par cette découverte, les procédés à l'ammoniaque exerceraient une influence de premier ordre sur la valeur des produits chimiques de grosse fabrication, qui, pour nombre d'industries, sont de véritables matières premières, en même temps que la salubrité publique trouverait tout avantage à la suppression de résidus que jusqu'ici les manufacturiers sont obligés d'évacuer dans les cours d'eau.

La Société d'Encouragement, préoccupée des conséquences importantes qu'entraînerait l'utilisation de ces résidus, propose un prix de 2000 francs pour celui qui parviendra à en retirer, industriellement, le chlore qu'ils contiennent.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

11° **Prix de 3000 francs** *pour la fabrication de verres destinés aux opérations chimiques.*

On sait le rôle important que joue le verre dans la construction des instruments de toutes sortes employés par les chimistes et les industriels dans leurs laboratoires. Le verre destiné à ces usages doit présenter des qualités spéciales que n'offrent pas, en général, les verres préparés pour la gobeletterie. Leur composition doit être telle que, tout en se prêtant aux divers travaux et opérations de laboratoire, ils présentent des conditions de fusibilité et d'inaltérabilité en rapport avec les usages auxquels ils sont destinés. Ils doivent être travaillés dans des conditions d'épaisseur, de forme et de légèreté spéciales. Il est malheureusement certain que les verriers et constructeurs français ne se sont pas encore préoccupés sérieusement de cette question, qui est résolue dans plusieurs pays étrangers.

La Société propose un prix de 3000 francs pour celui qui aura constitué une fabrication de verrerie de laboratoire satisfaisant aux conditions qui viennent d'être énoncées.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

12° **Prix de 3000 francs** *pour la fabrication de grès cérames.*

Les poteries que Brongniart a désignées sous le nom de grès cérames présentent des propriétés précieuses, qui permettent de les employer à un grand nombre d'usages. Elles sont solides, dures, imperméables; elles peuvent être fabriquées sous de grandes dimensions, et elles se prêtent, dans l'industrie et dans les constructions, aux applications les plus variées et les plus utiles. La fabrication des grès cérames a été portée à un haut degré de perfection à l'étranger. Il serait désirable que les grès français pussent être obtenus dans des conditions de qualités et de prix qui leur permissent de lutter contre la concurrence étrangère.

La Société propose un prix de 3000 francs, qui sera décerné au fabricant qui aurait satisfait à ces conditions.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

13° **Prix de 2000 francs** *pour la fixation de l'azote de l'air, sous forme d'acide nitrique, d'ammoniaque ou de cyanogène.*

L'azote de l'air intervient-il d'une manière directe dans les phénomènes de la nitrification, dans la formation de l'ammoniaque atmosphérique et dans la production des matières organiques azotées d'origine végétale? Ce sont des questions qu'il appartient à la théorie de résoudre.

Mais l'azote de l'air existe en quantités immenses autour de la terre, et il est à la disposition de l'homme. Il reste seulement à le fixer sous l'une des trois formes qui permettent à l'agriculture et à l'industrie d'en tirer parti : acide nitrique, ammoniaque, cyanogène. Il importe peu laquelle des trois combinaisons serait réalisée directement, puisque les procédés connus de la chimie permettent de passer avec facilité de l'un quelconque de ces composés aux autres.

Cette fixation peut, d'ailleurs, être faite de plusieurs manières. Ainsi on sait, par des expériences déjà fort anciennes de Curandau, qu'un mélange de potasse et de charbon, calciné fortement au contact de l'air, peut absorber de l'azote en donnant naissance à du cyanure de potassium. M. Desfosses a confirmé et étendu cette observation de Curandau, *Journal de pharmacie,* 1828, et a fait pressentir qu'elle pourrait recevoir une application dans l'industrie. Plus tard, en effet, la formation du cyanure de potassium au moyen de l'azote de l'air a été proposée et même effectuée très en grand à Newcastle, comme base d'un procédé pour la fabrication du prussiate de potasse ferrugineux. Il paraît que les pertes résultant de la volatilité du cyanure de potassium, à la haute température nécessaire pour sa production, ont fait renoncer à l'emploi de ce procédé, mais d'autres cyanures moins volatils pourraient être mis à profit et servir de base à la préparation subséquente du bleu de Prusse et des cyanures industriels.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres procédés pourraient être employés pour obtenir des nitrates ou des sels ammoniacaux.

On sait, d'autre part, avec quelle facilité ces divers produits peuvent, dans des conditions favorables, faciles à réaliser, transformer leur azote en carbonate d'ammoniaque.

Or le carbonate d'ammoniaque constitue la combinaison dans laquelle l'azote se trouve le plus communément dans les engrais résultant des matières animales en décomposition, c'est celle sous laquelle il paraît le plus propre à fertiliser le sol auquel on le mélange.

Le problème qu'il s'agit de résoudre, et dont on possède aujourd'hui une solution scientifique, serait d'obtenir, industriellement, le cyanure de potassium ou tout autre composé azoté dans des conditions économiques acceptables, même pour la fabrication des engrais factices, en empruntant l'azote à l'air atmosphérique, à l'exclusion de toute matière animale.

C'est à ce point de vue que la Société d'Encouragement propose un prix de 2 000 francs pour la fabrication économique, au moyen de l'azote de l'air, soit des nitrates et des sels ammoniacaux, soit du cyanure de potassium ou des cyanures analogues.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

14° **Prix de 3000 francs** *pour une étude expérimentale des propriétés physiques ou mécaniques d'un ou plusieurs métaux ou alliages, choisis parmi ceux qui sont d'un usage courant.*

La plupart des procédés industriels reposent sur l'utilisation de certaines propriétés des corps (coefficient de dilatation, ténacité, malléabilité, fusibilité, etc.) dont le rôle est généralement connu d'une façon purement qualitative. Il serait très important de posséder des mesures précises de ces diverses grandeurs, qui permettent d'apprécier exactement leur influence individuelle. Pour ne citer qu'un exemple, on sait que dans le moulage de la fonte une des plus grandes difficultés que l'on rencontre provient du retrait du métal; or, aujourd'hui, l'on ne possède aucune donnée précise sur la loi de dilatation de la fonte et même les expériences capitales de Gore sur les changements brusques de volume que les fers, aciers ou fontes éprouvent au rouge n'ont pas été reprises et sont complètement tombées dans l'oubli.

La Société espère que la création d'un prix de 3 000 francs encouragera les recherches dans cette voie. Elle se réserve de partager le prix ou de n'en accorder qu'une partie suivant la valeur des travaux qui lui seront soumis.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

15° **Prix de 3000 francs** *pour une étude scientifique d'un procédé industriel dont la théorie est encore imparfaitement connue.*

Un grand nombre d'industries se développent d'une façon purement empirique; les procédés permettant d'obtenir un résultat donné sont connus souvent bien longtemps avant qu'on ne soupçonne la nature ou l'enchaînement des phénomènes mis en jeu. Leur connaissance exacte présenterait pourtant un grand intérêt au point de vue industriel en réduisant le nombre des tâtonnements nécessaires pour arriver à réaliser de nouveaux perfectionnements.

La Société propose un prix de 3 000 *francs* pour le meilleur travail qui lui sera soumis; elle se réserve de partager le prix ou même d'en différer l'attribution. Les mémoires les plus intéressants pourront être publiés en entier, ou par extrait dans les bulletins de la Société.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

16° **Prix de 4000 francs** *pour une publication utile à l'industrie chimique ou métallurgique (traités, mémoires).*

Les progrès rapides de l'industrie font que les traités technologiques cessent, peu de temps après leur publication, d'être au courant des plus récents perfectionnements. La publication de semblables traités présente un grand intérêt pour les industriels qui ne peuvent se tenir au courant des progrès réalisés que par la lecture de mémoires dispersés de tous côtés et difficiles à se procurer.

A côté des traités purement descriptifs où l'énumération des recettes et procédés particuliers à chaque industrie tient une place prépondérante, il est une catégorie d'ouvrages plus utiles encore au progrès de l'industrie et dont la publication ne saurait être trop encouragée. Ce sont les traités qui font surtout connaître les principes et les méthodes scientifiques des divers procédés industriels, c'est-à-dire montrent comment ces procédés peuvent se déduire de quelques faits plus simples et plus généraux, susceptibles de mesures précises, tels que réactions chimiques, propriétés physiques, dont les expériences de laboratoire ont permis l'étude rationnelle. — La publication d'un traité de chimie métallurgique résumant les travaux parus sur ce sujet dans ces vingt dernières années rendrait les plus grands services à l'industrie française.

La Société d'Encouragement propose pour de semblables publications un prix de 4 000 francs qu'elle se réserve de diviser. Il ne sera accordé de récompense qu'aux ouvrages d'un mérite réel dont les auteurs auront fait preuve d'une compétence spéciale sur les sujets qu'ils traitent.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

17° **Prix de 3000 francs** *pour une étude scientifique de la combustion dans les fours chauffés par gazogènes.*

Depuis les travaux classiques d'Ebelmen sur l'emploi des combustibles gazeux, il n'a été fait en France aucune recherche d'ensemble sur un sujet si important.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce mode de chauffage, actuellement appliqué dans les industries les plus variées est appelé à prendre un développement de jour en jour plus grand et à se substituer complètement au chauffage direct par grille. Les analyses de gaz qui ont été faites, quoique très nombreuses, présentent généralement peu d'intérêt. Elles sont toujours incomplètes, un des éléments importants, l'eau, n'étant jamais dosé; elles se rapportent à des gaz dont les conditions de production ne sont pas spécifiées, et un grand nombre d'entre elles ne présente aucune garantie d'exactitude.

Il serait très important d'avoir une série d'analyses *complètes*, se rapportant à des gaz obtenus dans des conditions parfaitement déterminées, comme composition chimique du combustible solide, poids d'eau vaporisée sous la grille, durée de séjour des gaz au contact du charbon, température du gazogène. Des analyses des produits de la combustion devraient être faites parallèlement en les rapprochant de la durée de séjour des flammes dans les fours, de la température de ce dernier, de la vitesse relative d'arrivée des gaz et des sections et positions relatives des carneaux d'émission.

De semblables données numériques seraient très utiles à l'industrie en faisant connaître par avance les résultats que l'on peut attendre d'un combustible donné, et plus encore en faisant ressortir la nécessité absolue des analyses fréquentes de gaz pour la conduite des gazogènes, — analyses dont l'utilité pratique est loin d'être admise comme elle devrait l'être.

La Société d'Encouragement propose pour une semblable étude un prix qui pourra s'élever à 3 000 francs. On attachera moins d'importance au nombre des résultats d'expérience obtenus qu'à la précision des analyses, et au soin avec lequel les conditions déterminantes des phénomènes auront été mises en évidence.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

18° **Prix de 3000 francs** *pour une étude sur la dilatation, l'élasticité et la ténacité des pâtes et couvertes céramiques.*

Les différents produits céramiques présentent au point de vue de la solidité des qualités bien différentes. Les porcelaines et les grès peuvent être environ dix fois plus résistants que les terres cuites et faïences communes; l'addition de fondant à la pâte des faïences fines leur donne à ce point de vue une situation intermédiaire entre les produits extrêmes. Des mesures précises de résistance à l'écrasement, à l'arrachement ou à la flexion de ces divers produits seraient évidemment très utiles si elles étaient rapprochées de la nature et de la proportion des éléments constitutifs des pâtes, de leur température de cuisson.

L'accord des pâtes et des couvertes est un des problèmes les plus délicats de la céramique; ce n'est actuellement que par des tâtonnements indéfiniment prolongés, et partant très coûteux, que l'on arrive à quelques solutions particulières plus ou moins satisfaisantes. Ainsi, pour arriver à reconstituer la véritable porcelaine chinoise, il n'a pas fallu moins de trente années de travail. Il semble que la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

connaissance exacte des coefficients de dilatation et des limites d'élasticité de pâtes et de couvertes de nature déterminée, en permettant de réduire le nombre des essais analogues, serait d'un bien grand secours pour le perfectionnement de notre industrie céramique.

Enfin la mesure de la dureté des couvertes présente également un intérêt incontestable.

La Société d'Encouragement propose pour une semblable étude un prix qui pourra s'élever à 3000 francs, et qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

19° **Prix de 3 000 francs** *pour une étude scientifique des propriétés physiques et mécaniques des verres.*

La composition chimique des verres varie avec l'usage auxquels ils sont destinés. Ce ne sont pas seulement la considération de l'abaissement du prix de revient d'une part, et celle de l'éclat, de la transparence, d'autre part, qui motivent ces variations de composition. Les conditions variées de travail et d'emploi du verre exigent des qualités également variées. D'une façon générale le verre doit prendre une fluidité telle que l'affinage soit complet, le dégagement des bulles gazeuses parfaitement assuré. En outre, pour la gobeletterie, il faudra un verre restant longtemps malléable et pouvant se travailler jusqu'à une température relativement assez basse; pour les bouteilles à champagne, il faut un verre résistant et peu altérable; pour les émaux, il faudra des verres ayant une élasticité considérable leur permettant de se prêter aux dilatations inégales des corps qui les supportent.

Ces diverses qualités sont susceptibles, les unes de mesures rigoureuses, les autres de mesures approchées dont la connaissance présenterait un intérêt incontestable. On peut déterminer la température à laquelle un verre commence à plier sans rompre; puis à se déformer sous son propre poids, à couler comme un liquide et enfin à laisser monter à la surface les bulles gazeuses. On peut également mesurer la ténacité à des températures croissantes. Le coefficient d'élasticité et celui de dilatation peuvent aussi faire l'objet de mesures précises.

De semblables mesures, bien entendu, ne peuvent avoir d'utilité qu'à condition d'être rapprochées de la composition chimique du verre, des conditions de refroidissement lent ou rapide, en un mot de toutes les circonstances dont ces grandeurs peuvent être fonctions. Des expériences faites sur des matières insuffisamment déterminées seraient totalement dénuées de valeur.

La Société d'Encouragement propose pour une semblable étude un prix qui pourra s'élever à 3 000 francs, suivant l'importance du travail et des résultats obtenus.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

1° **Prix de 2000 francs** *pour la construction d'une essoreuse à effet continu.*

L'industrie des produits chimiques utilise avec grand profit les essoreuses à force centrifuge. Mais dans certains cas, notamment lorsqu'il s'agit d'opérer la séparation et le lavage de précipités, de cristaux, etc., des substances volatiles, l'alcool, la benzine, le chloroforme, etc., avec lesquels ces corps sont mélangés, l'emploi des appareils ordinaires devient très onéreux par suite des pertes occasionnées par la manipulation nécessaire pour retirer les matières solides du panier de l'appareil, ces matières conservant toujours une petite quantité du liquide volatil qu'il s'agissait d'extraire.

Une essoreuse dans laquelle les matières à séparer s'introduiraient d'une manière continue et qui permettrait de recueillir sans arrêt, d'une part, les substances essorées et de l'autre les liquides, réaliserait un grand progrès dans la séparation des matières industrielles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

2° **Prix de 2000 francs** *pour l'invention de procédés nouveaux permettant d'utiliser le pétrole avantageusement et sans danger, soit dans l'industrie, soit dans l'économie domestique.*

Le pétrole, dont la production augmente de jour en jour et dont l'usage sous des formes diverses tend à se développer, fournit une source précieuse de chaleur et de lumière. Il importe de perfectionner les appareils à l'aide desquels on l'emploie, et cela non seulement au point de vue de l'utilité que l'on peut en retirer, mais aussi pour éviter complètement, ou du moins pour diminuer autant que possible, les accidents auxquels donne trop fréquemment lieu l'usage du pétrole. La Société d'Encouragement accordera le prix à l'inventeur qui, dans ce double ordre d'idées, aura réalisé les plus grands progrès.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

3° **Prix de 3000 francs** *pour un appareil qui permette de déterminer la puissance calorifique des combustibles.*

La combustion de la houille est le moyen généralement employé dans l'industrie pour produire la chaleur nécessaire à la génération de la vapeur dans les opérations métallurgiques, etc., et la valeur est essentiellement liée à la quantité de chaleur qu'elle peut dégager; il serait d'une grande importance de pouvoir déterminer facilement la puissance calorifique d'une houille que l'on a l'intention d'employer.

Les essais aux calorimètres de MM. Favre et Silbermann, de M. Berthelot,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exigent des manipulations et des analyses délicates qui ne peuvent être confiées qu'à des mains habiles et exercées; les expériences sous les chaudières à vapeur demandent une installation spéciale et coûteuse et présentent des difficultés sérieuses pour se mettre à l'abri des causes d'erreurs. Un appareil simple, pratique, donnant assez rapidement et avec une appréciation suffisante pour l'industrie la puissance calorifique d'une houille, rendrait les plus grands services.

Il serait à désirer qu'avec quelques modifications au besoin, il pût servir à déterminer celle d'un combustible industriel quelconque.

La Société d'Encouragement propose, pour un appareil remplissant les conditions énoncées, un prix de 3 000 francs.

Ce prix sera donné, s'il y a lieu, en 1892.

4° **Prix de 3000 francs** *pour la présentation d'une substance pouvant remplacer complètement la gutta-percha dans l'un au moins de ses principaux usages ou pour un ensemble de travaux ayant contribué à développer la production ou à améliorer l'exploitation de cette gomme.*

La gutta-percha, dont l'introduction en Europe remonte seulement à l'année 1847, provient du suc laiteux d'un arbre qui ne se développe que dans la zone équatoriale, à une altitude restreinte et le plus souvent dans la presqu'île de Malacca et les îles de Sumatra et Bornéo. Son usage s'est rapidement répandu; elle a été utilisée pour l'isolement des fils électriques et a reçu les applications les plus diverses. Elle est absolument indispensable pour la construction des lignes télégraphiques sous-marines. Or la production de cette précieuse gomme qui est limitée par les conditions auxquelles est soumise la végétation des arbres d'où on l'extrait n'a pas suivi une progression en rapport avec le développement que prenaient ses applications. L'exploitation par les indigènes ayant été faite sans prévoyance, les arbres ont peu à peu disparu. La gutta-percha, de la qualité de celle qu'on pouvait se procurer à l'origine, la seule qui convienne pour les principales applications, fait aujourd'hui complètement défaut. Malgré une hausse considérable des prix, on ne trouve sur les lieux mêmes de production et le commerce ne peut fournir que des mélanges, gomme de qualité inférieure ayant la même apparence, mais qui ne sauraient remplacer la gutta-percha.

L'industrie des câbles sous-marins est celle qui souffre le plus de cette disette de bonnes guttas; on peut même craindre qu'elle ne soit complètement entravée.

Des ingénieurs et des savants ont été chargés de missions officielles ayant pour but d'étudier sur place les conditions de la production et les moyens de la développer, d'acclimater l'arbre à gutta-percha dans une colonie française. Ils sont arrivés à des résultats intéressants au point de vue de l'avenir; on ne saurait toutefois attendre une solution prochaine de ces recherches que le climat, la distance et l'organisation des pays propres à la culture des arbres à gutta-percha rendent très délicates, très difficiles et très pénibles.

Les inventeurs ont tenté, de leur côté, de substituer diverses substances à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gutta-percha, mais leurs essais n'ont donné que des résultats incertains ou n'ont pas été suffisamment prolongés.

La Société d'Encouragement avait depuis plusieurs années prévu cette fâcheuse situation. Se préoccupant de sauvegarder l'avenir, elle avait cherché à encourager l'étude de la question en proposant un prix de 3 000 francs qui n'a pu encore être décerné.

Elle maintient ce prix à son programme en donnant au concours une base plus large. Elle y admettra non seulement les constructeurs ou inventeurs qui auront présenté une substance propre à remplacer la gutta-percha, dans l'une au moins de ses principales applications, et qui pourront établir sa valeur pratique par un essai prolongé, mais encore les savants et les explorateurs qui, par un ensemble de travaux bien conduits, seront parvenus à développer la production de la gutta-percha ou à améliorer et perfectionner son exploitation.

Ce prix sera donné, s'il y a lieu, en 1893.

5° **Prix de 2 000 francs** *pour un appareil ou procédé industriel qui permette de mesurer ou d'évaluer rapidement l'isolement des diverses parties d'une installation électrique en activité.*

Les industries électriques emploient depuis longtemps des instruments de formes variées pour déterminer les variations de potentiel aux sources des générateurs, l'intensité du courant et par suite le débit ou la quantité d'électricité produite. Des compteurs et le travail effectué servent à évaluer la consommation ou le rendement. Il est un autre élément qui a une grande importance, au double point de vue de l'économie et de la sécurité dans les exploitations : c'est l'isolement des conducteurs, des appareils et des masses métalliques qui entrent en jeu.

Les instruments dont on fait usage en télégraphie ou dans les recherches de précision pour mesurer les résistances d'isolement, seraient trop encombrants, trop délicats ou d'un maniement trop lent. Les indicateurs qu'on trouve dans les mines centrales les mieux outillées ne peuvent servir qu'à signaler un grave défaut lorsqu'il est souvent trop tard pour y remédier.

Un appareil ou un procédé industriel nouveau permettant de mesurer ou d'évaluer sûrement et rapidement le degré d'isolement des diverses parties d'une installation électrique en activité (machines, canalisations, transformations, organes divers) et d'en prendre les variations répondrait à un besoin réel. Il pourrait largement contribuer au développement et à la sécurité des industries électriques, s'il leur fournissait les moyens d'éviter des déperditions inutiles qui diminuent le rendement et d'écarter une cause de danger qui est grave dans les installations fonctionnant avec des courants à haute tension, surtout avec les courants alternatifs dont l'emploi tend à se répandre.

La Société d'Encouragement propose un prix de 2 000 francs à décerner en 1893 pour l'étude de cette question qui intéresse particulièrement les entreprises d'éclairage électrique ou de transport de l'énergie par l'électricité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

1° **Prix de 2000 francs** *pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale d'une province ou d'un département.*

L'agriculture et l'économie rurale des diverses parties de la France présentent des différences dignes de remarque, provenant de causes locales encore peu connues. Il serait très utile de pouvoir comparer entre elles les méthodes ou systèmes qui y sont mis en pratique. Une série de monographies faisant connaître ce qui se passe dans chaque région agricole permettrait de faire ces rapprochements et contribuerait ainsi puissamment aux progrès de l'agriculture.

Quelques études de ce genre qui avaient été tentées ont engagé la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale à proposer un prix pour ce genre de recherches, et elle a pu décerner déjà des prix et des mentions honorables aux auteurs de remarquables monographies de ce genre. Ce succès l'a décidée à maintenir la question au concours. Elle propose donc de nouveau un prix de 2000 francs pour la meilleure description de l'agriculture et de l'économie rurale d'une *région agricole*. L'étendue de cette région pourra embrasser une province entière ou se borner à un département; mais les investigations dont cette contrée sera l'objet devront être précises et détaillées, et faire connaître, aussi complètement que possible, les pratiques agricoles et surtout les méthodes d'économie rurale qui y sont employées.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

2° **Prix de 3000 francs** *pour la meilleure étude sur la constitution physique et la composition chimique comparées des terrains d'une des régions naturelles (ou agricoles) de la France, par exemple, de la Brie, de la Beauce, du pays de Caux, etc., etc.*

Les cartes géologiques de détail que publie l'administration des mines indiquent non seulement les divers étages géologiques qui ont formé les terrains superficiels, mais les dépôts de limon quaternaire qui les recouvrent en certains points, sur une épaisseur plus ou moins grande, les dépôts meubles qui, provenant des précédents, sont venus s'accumuler sur les pentes ou former des alluvions au fond des vallées.

Ce sont de véritables cartes agronomiques qu'on pourrait rendre encore plus utiles aux agriculteurs en étudiant chacun de ces étages, d'un côté, par l'analyse dans le laboratoire, et, de l'autre, par des essais méthodiques d'engrais chimiques (engrais analyseurs, analyse du sol par les plantes) dans les champs.

Un petit nombre d'analyses faites sur des échantillons assez bien choisis, d'après les indications des cartes, pour représenter le type de chacun de ces terrains, pourrait ainsi servir pour tous les champs désignés sur ces cartes par la même teinte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faudrait employer pour ces analyses des méthodes qui permettent de donner aux agriculteurs des conseils pratiques sur l'emploi de l'acide phosphorique, de la potasse, etc., pour telle culture ou telle autre (par exemple, les méthodes indiquées par M. P. de Gasparin dans son *Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire*).

Dans les cas où il serait d'usage dans le pays d'employer de la marne ou de la chaux, il faudrait étudier aussi la composition chimique de ces amendements, leur action sur le sol, etc.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

3° **Prix de 2000 francs** *pour le reboisement et le gazonnement des terres incultes des montagnes.*

On sait que les moyens les plus efficaces pour prévenir les inondations des vallées consistent à reboiser les surfaces en pente des montagnes et à développer les pâturages sur les plateaux dont le sol montre de l'aptitude, pour la production herbagère. Indiquer les procédés de reboisement à appliquer dans les montagnes, les essences à préférer suivant le sol et l'altitude, les moyens les plus économiques et les plus rapides pour combattre l'instabilité de certains versants; dire comment on doit opérer le gazonnement des surfaces propres à la production de l'herbe, énumérer la nature et la proportion des espèces à adopter : telles sont les questions à résoudre quand il s'agit de s'opposer au ravinement des terrains accidentés des montagnes ou de supprimer les ravages des torrents existants.

La Société donnera un prix de 2000 francs au propriétaire qui aura regarni de bois ou de pâturages des surfaces importantes en montagne.

Le prix pourra être attribué à l'auteur qui, après une étude préalable sur le terrain, aura décrit, dans un mémoire, les procédés de reboisement ou de gazonnement les plus économiques et les plus nouveaux, appliqués dans l'une des régions de la France ou de l'Algérie et proposera les mesures les plus efficaces pour exciter et aider les propriétaires particuliers à collaborer largement à ces travaux qui, dans bien des cas, doivent être le point de départ des améliorations agricoles.

Le mémoire pourra concerner, soit la partie montagneuse du bassin d'une rivière torrentielle, soit un torrent ou un groupe de torrents, ayant fait l'objet de travaux susceptibles de fournir des enseignements utiles pour tous les cas qui peuvent se présenter dans les propriétés des particuliers en montagne.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

4° **Prix de 4000 francs** *pour les meilleures expériences pour l'alimentation du bétail.*

Certains déchets d'industrie ont une valeur alimentaire qui n'est pas suffisamment appréciée; des expériences précises, suivies pendant un certain temps et contenant les renseignements les plus complets, tant sur la composition de l'aliment que sur son prix et sur les résultats obtenus, soit pour la production du lait, de la viande ou du travail, soit pour l'élevage, rentreraient dans le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

programme de ce concours. La meilleure utilisation des produits ensilés, l'étude de leur valeur nutritive et de leur influence sur le rendement des produits de la ferme, répondraient également aux vues de la Société, ainsi que la préparation des aliments, la substitution d'un fourrage à un autre, qui réaliseraient une économie ou un progrès réel dans l'alimentation des bêtes bovines ou ovines.

En résumé, toute expérience bien faite, poursuivie dans une exploitation agricole pendant un temps assez long et conduisant à des résultats avantageux pour la pratique agricole de n'importe quelle région de la France, sera admise à ce concours, mais à la condition qu'elle soit accompagnée d'observations précises et de chiffres dont le contrôle soit possible et qu'elle conduise à une innovation heureuse, à un perfectionnement dans l'emploi des aliments usuels, ou qu'elle constitue une étude approfondie des résultats comparatifs obtenus avec les principales substances alimentaires.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

5° **Prix de 1500 francs** *pour les meilleures variétés d'orges de brasserie.*

Il est ouvert, par la Société nationale d'Encouragement pour l'Industrie nationale, un concours pour la culture des variétés d'orges d'hiver et de printemps, en vue de la brasserie.

Les conditions du concours sont les suivantes :

1° Nul ne peut être admis au concours si la culture pour chaque variété n'est pas de deux hectares au moins.

2° Le poids à l'hectolitre devra être de 68 kilos au minimum.

Les caractères qui serviront à l'appréciation du jury sont ceux d'une bonne orge de brasserie, savoir :

1° Couleur jaune clair de paille, ou serin ou blanc jaunâtre, uniformément répartie sur tout le grain.

2° Cassure blanche, farineuse et de bon goût.

3° Odeur franche.

4° Bonne conformation des grains (forme bombée, courte, ronde, grains bien nourris et finement ridés).

5° Propreté et homogénéité des grains.

6° Grande faculté et énergie germinatives (92 à 96 p. 100 de grains germés dans un délai de 3 jours).

La pureté, la faculté germinative et la composition chimique seront examinées au laboratoire de l'Institut national agronomique.

Les échantillons exposés devront être de 20 litres; ils seront envoyés en sac scellé et seront accompagnés d'une gerbe.

La Société aura le droit de disposer de ces échantillons.

La Société se réserve le droit de faire inspecter, par des délégués, les champs ensemencés et d'assister à la récolte.

Les concurrents dans leur déclaration devront faire connaître :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Leur nom et domicile.
2° L'étendue de leur culture.
3° L'étendue consacrée à la culture de l'orge.
4° La variété d'orge cultivée.
5° L'origine ou la provenance des semences d'orge qu'ils emploient.
6° La nature du sol et du sous-sol, où se fait leur culture d'orge.
7° Les façons données au sol et l'assolement suivi.
8° Les fumures — fumiers — engrais complémentaires ou chimiques, — quantité, — époque des applications.
9° Époque des semailles, — mode de semailles (en lignes ou à la volée), — quantité de semences employée à l'hectare.
10° Sarclage, binage.
11° Date de la floraison.
12° Date de la moisson.
13° Conditions climatériques dans lesquelles elle s'est faite (beau temps, temps froid, pluvieux, etc., et température).
14° État de maturité du grain au moment de la moisson.
15° Mode et durée de la dessiccation des gerbes.
16° Mode et époque du battage.
17° Mode de conservation des grains.
18° Rendement total en grains.
Rendement en paille.
19° Rendement par hectare en grains.
Rendement par hectare en paille.
20° Poids de l'hectolitre du grain au moment du battage et au moment de la vente.
21° Quantité d'orge vendue en 1890 et en 1891.
Prix obtenu par hectolitre.
Prix obtenu par quintal.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

6° **Prix de 2000 francs** *relatif à la découverte de moyens pour reconnaître les falsifications du beurre.*

Le commerce du beurre a pris un développement considérable; mais en même temps que la valeur de ces produits a augmenté, que leur commerce à l'intérieur et à l'extérieur a pris une grande extension, les falsifications dont ces matières peuvent être l'objet se sont multipliées. Elles se sont accrues au point que plusieurs conseils généraux des régions intéressées se sont émus des préjudices qu'elles causaient à notre agriculture et de l'atteinte qu'elles portaient à la bonne réputation de nos beurres sur les marchés étrangers. Les Associations agricoles s'en sont préoccupées. Nous avons pensé que ce serait rendre un grand service au pays que de trouver des moyens faciles et expéditifs de découvrir les falsifi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cations dont il s'agit. Le Comité d'agriculture a, en conséquence, proposé la mise au concours de la découverte de moyens pour reconnaître la falsification du beurre.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

7° **Prix de 3000 francs** *pour le meilleur instrument permettant de mesurer facilement le travail des machines agricoles.*

L'emploi des machines en agriculture s'impose de plus en plus devant l'élévation du taux des salaires et l'abaissement des prix de vente produit par le grand développement donné aux voies de communication.

Il y a un intérêt considérable à pouvoir se rendre compte avec sûreté de la valeur relative des différents types d'instruments qui peuvent être employés avantageusement pour la culture et en particulier de la quantité de travail mécanique qu'un instrument donné exige pour son fonctionnement.

L'amélioration du matériel agricole doit être la conséquence de l'établissement d'expériences exactes et complètes dans lesquelles aucune quantité ne doit être laissée à l'estimation de l'expérimentateur. Pour cela, il est indispensable d'avoir des appareils de mesure évaluant et enregistrant d'une façon continue toutes les données nécessaires.

En ce qui touche en particulier les instruments de culture, il ne suffit pas d'en déterminer la traction moyenne, il convient de considérer aussi le travail pratique exécuté.

Le prix proposé par la Société pourra être attribué à l'inventeur d'un appareil spécial pouvant servir à mesurer et à enregistrer d'une façon continue le travail pratique exécuté par les divers instruments de culture : charrues, scarificateurs, herses, rouleaux, semoirs, faucheuses, moissonneuses, etc.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

8° **Prix de 3000 francs** *institué pour l'étude des ferments du vin, du cidre, de la bière.*

L'étude des ferments qui interviennent dans la production des boissons fermentées a pris depuis les travaux de M. Pasteur une importance considérable. Les diverses levures entrent en jeu, non seulement pour produire de l'alcool, mais encore pour développer le goût et le bouquet qui établissent de si grandes différences dans la valeur de ces produits.

L'étude de ces levures n'est pas, à l'heure qu'il est, suffisamment avancée, leur rôle dans la qualité des boissons fermentées n'est pas bien défini. La Société désire provoquer de nouvelles recherches sur ce sujet.

En outre, à côté de ces levures qui sont les agents de la production du vin, du cidre, de la bière, se trouvent d'autres organismes dont le rôle est bien différent et qui agissent sur les boissons fermentées d'une manière défavorable, occasionnant ce qu'on appelle les maladies des vins, du cidre, de la bière. L'étude de ces organismes et des moyens propres à soustraire à leur action les boissons fer-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mentées, présente également le plus haut intérêt. La Société a pensé qu'elle devait encourager ceux qui, dans ces questions délicates, auront fourni des documents nouveaux pouvant s'appliquer à la pratique.

Les concurrents à ce prix devront apporter des données précises, obtenues avec une rigueur scientifique. Ils devront indiquer en outre l'application de ces données à l'amélioration de la qualité et à la conservation des boissons fermentées.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

9° **Prix de 1 500 francs** *pour la meilleure étude sur l'*ANTHONOME *et le moyen de prévenir ses ravages.*

Le pommier et le poirier cultivés dans les champs et les jardins sont attaqués par un petit coléoptère appelé *anthonome* (ANTHONOMUS POMORUM). Cet insecte a causé, dans ces dernières années, d'importants dommages en Normandie, dans le Maine et la Bretagne, et il a donné lieu à d'intéressantes discussions aux congrès pomologiques de l'Ouest qui ont eu lieu à Saint-Brieuc et à Caen en 1888 et 1890, mais on ignore encore très exactement ses mœurs et les moyens de le détruire.

La Société d'Encouragement croit devoir mettre au concours l'étude des mœurs de cet insecte et les moyens pratiques de prévenir les dommages qu'il cause aux boutons à fruits des pommiers et des poiriers. En conséquence, elle propose un prix de 1 500 francs pour la meilleure étude sur l'*anthonome* et le procédé le plus efficace, le plus économique et le plus pratique pour le détruire.

Les concurrents devront justifier par des faits précis et détaillés les résultats de leurs investigations et les méthodes destructives qu'ils auront expérimentées avec succès.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

10° **Prix de 3 000 francs** *pour la reconstitution des vignobles sur les terrains calcaires-crayeux.*

Le phylloxera, depuis son apparition en France, a causé de grands dommages dans les vignobles des régions du Sud et du Sud-Ouest. Dans beaucoup de localités appartenant à ces régions, les vignes ont été complètement anéanties, mais grâce à divers cépages américains cultivés soit comme producteurs directs, soit comme porte-greffes pour les anciennes vignes françaises, on est parvenu, depuis quinze années, sur un assez grand nombre de points, à reconstituer des vignobles remarquables par leur vigueur et leur productivité. Toutefois, ces excellents résultats n'ont pu être obtenus que sur des terrains argilo-siliceux, silico-argileux ou silico-calcaires, profonds et de bonne fertilité. Jusqu'à ce jour, c'est en vain qu'on a tenté de créer des vignobles sur les sols *calcaires-crayeux* à *sous-sol crayeux*, à la place des vignes détruites par le phylloxera. C'est aussi sans succès qu'on a cherché à reconstituer les vignobles qui ont fait la richesse de *la Champagne* dans l'Angoumois, parce que leurs produits servaient à la fabrication de *l'eau-de-vie dite fine champagne*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société d'Encouragement espère qu'un prix de 3 000 francs encouragera les tentatives dans cette voie. Elle se réserve de partager le prix ou de n'en accorder qu'une partie, suivant les mémoires qui lui seront adressés.

Les concurrents devront fournir, avec la dénomination exacte du cépage cultivé, un échantillon du terrain, une description du sol, l'étendue plantée, l'âge et le mode de direction des plants, et un échantillon du produit avant et après la distillation. Tous ces détails devront être certifiés exacts par le professeur départemental d'agriculture et les agents des contributions indirectes.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1894.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

1° **Prix de 2000 francs** pour la découverte d'une matière plastique de ton coloré imitant la pierre, le marbre ou la terre cuite, ayant la solidité nécessaire pour résister, soit au dedans, soit au dehors des habitations, comme le ferait la terre cuite, mais ne présentant ni les dangers de la cuisson, ni ses infidélités ou ses retraits. Cette matière devra se prêter à un moulage, à un estampage et à des retouches comme le plâtre.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

2° **Prix de 1 000 francs** *pour un obturateur photographique répondant aux conditions suivantes :*

La rapidité du fonctionnement sera environ d'un cinquantième de seconde au moins.

Le temps d'ouverture *totale* ou *pleine pose* devra égaler la moitié du temps de fonctionnement, ou plus s'il se peut, le reste étant employé pour ouvrir et fermer. Le diamètre de l'ouverture totale égalera au moins le dixième de la longueur focale de l'objectif auquel l'obturateur est principalement destiné.

Les dimensions seront restreintes, appropriées à un appareil de campagne, la manœuvre sera facile pour la mise au point; la pose à volonté, les variations de temps de pose rapide.

S'il se peut, le même obturateur s'adaptera à des objectifs de différents diamètres.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMMERCE

1° **Prix de 2000 francs** *pour une étude économique d'un centre industriel en France.*

I. — Acclimatation de l'industrie dans la contrée. — Ses transformations successives. — Ses progrès. — Ses crises. — Situation actuelle.

II. — Organisation des ateliers. — Recrutement du personnel. — Situation et habitudes générales de la famille ouvrière. — Institutions de prévoyance. — Salaires. — Grèves. — Chômages. — Rapports entre le capital et le travail.

III. — Organisation commerciale. — Comptoirs. — Dépôts. — Approvisionnements des matières premières. — Vente des produits fixés. — Transports. — Action de la concurrence. — Législation douanière. — Débouchés.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1892.

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX

Legs Bapst.

Cette fondation se compose de deux parties. L'une d'elles, destinée à donner des secours aux inventeurs malheureux, possède un titre de 1565 fr. 20 de rente 3 p. 100.

La seconde partie du legs, qui doit servir à aider les inventeurs dans leurs travaux, possède un titre de 3008 fr. 80 de rente 3 p. 100.

Fondation Christofle et Bouilhet pour la délivrance des premières annuités de brevets.

Cette fondation possède un revenu annuel de 1 036 francs de rente.

Fondation Fauler (Industrie des cuirs).

Cette fondation a pour but de secourir des ouvriers ou contremaîtres malheureux, ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs.

Son revenu annuel est de 582 francs de rente.

Fondation Legrand (Industrie de la savonnerie).

Cette fondation est destinée à venir en aide aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie de la savonnerie ayant rendu des services appréciés.

Son revenu annuel est actuellement de 814 fr. 48 de rente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fondation de Milly (Industrie de la stéarine).

Cette fondation a pour but de venir en aide à des ouvriers et contremaîtres malheureux, ou ayant contracté quelque infirmité dans l'exercice de leur profession.

Son revenu annuel est actuellement de 523 fr. 80 de rente.

Fondation de Baccarat (Industrie de la cristallerie).

Cette fondation, destinée à secourir des ouvriers et contremaîtres malheureux ou infirmes, possédait un revenu annuel de 101 fr. 85.

Fondation Menier (Industrie des arts chimiques).

Cette fondation a pour but de venir en aide à des ouvriers et contremaîtres appartenant à l'industrie des arts chimiques.

La fondation possède un revenu annuel de 164 fr. 90.

Legs Giffard.

Le revenu du capital de 50 000 francs, légué à la Société par Henri Giffard, a été divisée en deux parties : l'une à instituer un prix de 6 000 francs à décerner tous les six ans, et l'autre à distribuer des secours dans des conditions qu'il appartient au Conseil d'administration de la Société de fixer.

Fondation Christofle et Bouilhet (Artistes industriels).

Cette fondation destinée à venir en aide à des artistes industriels malheureux possède un revenu annuel de 388 francs.

CONDITIONS GÉNÉRALES

A REMPLIR PAR LES CONCURRENTS.

1° Les modèles, mémoires, descriptions, renseignements, échantillons et pièces destinées à constater les droits des concurrents seront adressés franco de port au *Secrétariat de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, rue de Rennes,* 44. Ils devront être remis avant le 1er décembre de l'année précédant la distribution des prix : ce terme est de rigueur. Ainsi la clôture des concours pour 1892 est fixée au 1er décembre 1891.

2° Les procédés ou machines seront examinés par des commissaires que la Société désignera.

3° Les membres du Conseil d'administration sont exclus des concours;

4° Les autres membres de la Société sont admis à concourir; les étrangers le sont également.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° Les concurrents sont avertis que la communication qu'ils font à la Société de leurs procédés ne peut leur tenir lieu d'un brevet d'invention, et que, s'ils veulent prendre le brevet, il faut qu'ils le fassent avant de se présenter au concours.

6° Les brevets d'invention n'étant délivrés que sur la description détaillée des procédés, et chacun, d'après la loi du 5 juillet 1844, pouvant en prendre connaissance, la Société se réserve expressément la faculté de publier, en totalité ou en partie, les découvertes qui auront obtenu les prix et médailles, mais les concurrents ne pourront user de cette faculté sous quelque prétexte que ce soit.

7° Les auteurs jugés dignes d'une récompense, qui ne se seraient pas pourvus d'un brevet d'invention et qui désireraient garder le secret de leurs procédés, seront tenus d'en déposer sous cachet la description, dont l'exactitude sera attestée par un membre du comité compétent. La durée du dépôt ne pourra excéder quinze ans, à l'expiration desquels la description sera publiée.

8° La Société conservera les mémoires descriptifs et les dessins qui n'auront point été couronnés; mais elle permettra aux auteurs d'en prendre copie et elle leur rendra les modèles.

9° Les concurrents qui auraient traité plusieurs des questions mises au concours sont invités à envoyer des mémoires séparés sur chacune d'elles.

10° Les médailles ou les sommes seront remises à ceux qui auront obtenu les prix ou à leurs fondés de pouvoir.

LES PIÈCES DÉPOSÉES RESTENT LA PROPRIÉTÉ DE LA SOCIÉTÉ.

MÉDAILLES

A DÉCERNER AUX CONTREMAÎTRES ET AUX OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS ET DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.

La Société d'Encouragement, dans le but d'exciter les contremaîtres et les ouvriers à se distinguer dans leur profession et à encourager ceux qui se font remarquer par leur bonne conduite et les services qu'ils rendent aux chefs qui les emploient, a pensé que le moyen le plus propre à amener ce résultat était d'accorder des récompenses à ceux qu'une longue expérience aurait fait reconnaître comme ayant servi avec zèle, activité et intelligence; en conséquence, elle a pris l'arrêté suivant :

1° Il sera décerné, chaque année, dans la séance générale, des médailles de bronze aux contremaîtres et ouvriers des grands établissements industriels et des exploitations agricoles de France.

2° Chaque médaille, à laquelle seront joints des livres pour une valeur de 50 francs, portera gravés le nom du contremaître ou de l'ouvrier, et la désignation soit de l'atelier, soit de l'exploitation agricole à laquelle il est attaché.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Les contremaîtres et ouvriers qui voudront obtenir ces médailles devront se munir de certificats dûment légalisés, attestant leur moralité et les services qu'ils ont rendus, depuis cinq ans au moins, à l'établissement auquel ils sont attachés. Ces certificats devront être appuyés tant par le chef de la maison, par le maire et les autorités locales, que par les ingénieurs civils ou militaires, en activité ou en retraite, et par les membres de la Société d'Encouragement qui résident sur les lieux.

4° Le contremaître ou l'ouvrier ne pourra être ni le parent, ni l'allié, ni l'associé, par acte, des propriétaires de l'établissement. Il devra savoir *lire* et *écrire* et s'être distingué par son assiduité à ses travaux, son intelligence et les services qu'il aura rendus à l'atelier ou à l'exploitation agricole; à mérite égal, la préférence sera accordée à celui qui saura dessiner et qui aura fait faire des progrès à la profession qu'il exerce. Enfin, les certificats, en attestant que ces conditions sont remplies, donneront sur le candidat tous les détails propres à faire apprécier ses qualités.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 13 février 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière,* Président.

M. Damothe, plombier, rue de Picpus, 112. — Système pour la canalisation de l'électricité permettant d'isoler les plus forts câbles pour les plus fortes tensions. (Arts économiques.)

M. Jules de Bentayou, rue de Naples, 44. — Traité intitulé : *Méthode de coupe pour tailleurs.* (Constructions et beaux-arts.)

MM. Nault et Hérodote. — Machine à voter. (Arts économiques.)

M. Berthoult, à Bourgueuil (Indre-et-Loire), demande à la Société d'accepter le dépôt d'un pli cacheté. Ce dépôt est accepté.

M. Lorenzi, rue du Buisson Saint-Louis, 13. — Échantillon de feuilles pulvérisées pouvant lutter efficacement contre le sumac d'Italie et le fustel de Turquie dans la préparation des peaux. (Arts chimiques.)

M. Dupuy-Montbrun, ancien professeur départemental d'agriculture des Basses-Alpes. — Essai de monographie sur la culture du maïs zéa dans la région du Sud-Ouest. (Agriculture.)

M. Chalaguier, rue de la Verrerie, 20. — Appareil à conserver la viande. (Arts chimiques.)

M. Aureggio, vétérinaire militaire, à Versailles. — Deux brochures : 1° *Les*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chevaux de guerre; 2° La cavalerie des armées françaises et étrangères en route, en cantonnement, au bivouac et en garnison. (Agriculture.)

M. Collignon, secrétaire, signale la note suivante insérée dans le *Génie civil* du 24 février : « La Société industrielle du nord de la France vient de décerner sa grande médaille d'or pour 1891 à M. Aimé Girard, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, pour l'ensemble de ses travaux. Cette haute distinction, qu'ont reçue MM. Pasteur, Wurtz, Schlœsing et Cornu, est à la fois un hommage au savant et un témoignage de gratitude pour les services rendus à l'agriculture par M. Aimé Girard. »

M. le Président adresse toutes ses félicitations, au nom de la Société, à son savant secrétaire.

M. Aimé Girard répond en exprimant sa vive reconnaissance pour le témoignage flatteur de sympathie qui vient de lui être adressé.

Ouvrages offerts a la Société : par *M. Alfred Tresca*, membre du Conseil : *Congrès international de mécanique appliquée*, tenu à Paris du 16 au 21 septembre 1889, sous la présidence de *M. Philipps*, membre de l'Institut, 4 vol. grand in-8 avec nombreuses gravures dans le texte, et 2 atlas in-folio.

Par *M. Simon*, membre du Conseil : *Les Expositions de l'État au Champ-de-Mars et à l'esplanade des Invalides. Exposition universelle de* 1889, 2 vol. in-4.

Par *M. le commandeur Bodio*, correspondant de la Société, à Rome : *Annuario statistico italiano,* 1 fort vol. in-4. — *Annali di statistica*, 25 fascicules, 1885 à 1890. — *Bulletin de l'Institut international de statistique*, année 1889.

Par *M. Gauthier-Villars*, membre de la Société, et *M. Ernest Vlasto : Traité pratique de chimie métallurgique,* par le baron *Hans Jüptner de Jonstorff*, traduit de l'allemand par Ernest Vlasto, ingénieur des arts et manufactures, 1 vol. in-8 orné de figures.

Par *M. le directeur de l'École nationale des ponts et chaussées*, 1er fascicule du *Cours de travaux maritimes de M. Laroche*, ingénieur en chef.

Par *M. de Dax*, agent général de la Société des ingénieurs civils : *Congreso internacional de ingenieria celebrado en Barcelona durante* 1888, sous la présidence de *Don Rafael Puig y Walls.*

Par le *Ministre de l'agriculture : Annales de l'Institut national agronomique,* 1884-1885 et 1885-1886.

Par *M. Marcel Vacher*, membre de la Société : *Note sur l'hématurie et la cachexie des bovins*, br.

Par *M. Félix Martin*, ingénieur en chef des ponts et chaussées : *Du régime des chemins de fer secondaires en France,* br.

Par *M. Stanislas Nayer : Les flibustiers de la Tortue et la France en* 1890. *Coup d'œil sur Haïti*, br.

Société des agriculteurs de France : Régime douanier des bois, fourrages, farines,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cidres, fromages et produits divers. Observations des sections et de la Commission des douanes; *le régime douanier des vins*, résumé des délibérations de la section de viticulture.

Ministère du commerce de l'industrie et des colonies : Avis commerciaux. Chambres de commerce françaises à l'étranger.

Rapport des comités. — *Appareils à percer les métaux.* — *M. Alfred Tresca* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur divers appareils à percer les métaux, de *M. Theureau*, mécanicien, rue Bichat, 24 *bis*. *M. Theureau* a présenté à la Société deux appareils à percer les métaux, dans lesquels il utilise le mouvement alternatif d'un levier ou d'un archet pour obtenir un mouvement de rotation continu de la mèche à percer.

Le Comité propose de remercier *M. Theureau* de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec les dessins sur bois nécessaires pour faire comprendre la disposition des deux appareils présentés.

Ces conclusions sont adoptées.

Poêle. — *M. Prunier* fait, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur le poêle de *M. Jean Baylac*, ingénieur, avenue de Villars, 8. Cet appareil est un poêle moderne, c'est-à-dire à réservoir pour le combustible et à feu apparent; il se recommande par un certain nombre de dispositions ingénieuses et commodes.

Ce poêle brûle à peu près indifféremment tous les combustibles usuels et donne un rendement assez avantageux.

En somme, le poêle Jean Baylac constitue un appareil pratique, à combustion visible, énergique et complète, à marche accélérée ou ralentie selon le besoin ; son maniement est commode, et le deviendra encore davantage, dès que l'inventeur sera parvenu à obtenir du constructeur quelques légères modifications de détail destinées à rendre plus faciles encore le montage de la grille, la descente du charbon et l'évacuation des cendres.

En conséquence, le Comité des arts économiques propose de remercier *M. Baylac* de son intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les deux figures destinées à faire comprendre ce que le dispositif offre de spécial.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Rectification de l'alcool.* — *M. Sorel*, ancien ingénieur des manufactures de l'État, fait une communication sur la rectification de l'alcool, basée sur la différence de solubilité dans l'alcool concentré et bouillant des nombreuses impuretés volatiles qui accompagnent l'alcool brut.

M. le Président remercie *M. Sorel* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 27 février 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

M. Constantin, rue du Bouloi, 19. — Carburateur à air et à gaz. (Arts chimiques.)

M. Reuge, boulevard Trudaine, 21, à Clermont-Ferrand. — Pompe centrifuge à moteur levier circulaire. (Arts mécaniques.)

M. le Secrétaire général de la *Société d'économie sociale* adresse les deux premiers numéros de la *Revue* publiée par cette Société, et demande l'échange avec le Bulletin. (*Bulletin.*)

Le Président de la Société de patronage des enfants de l'ébénisterie sollicite la subvention annuelle qui lui est accordée par la Société pour l'aider à récompenser les apprentis du dernier concours. (Bureau.)

M. Marc Runkel, ingénieur, rue Viollet-le-Duc, 3. — Procédé pour la conservation de la pomme de terre. (Agriculture.)

M. Dion, rue de l'Arcade, 7. — Avertisseur électrique d'incendie. (Arts économiques.)

M. Cros, ingénieur civil des mines, rue Hamelin, 21. — Appareil automatique enregistrant les sorties et les rentrées des locataires. (Arts économiques.)

Les articles suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Proceedings de la Société royale de Londres. — Étude de *M. William Bremant* sur les observations photométriques du Soleil faites à Dana et dans le comté de Somerset.

Transactions de l'Institution des ingénieurs et constructeurs de bateaux de l'Écosse. — Article de *M. Thomas Barr*, sur le renouvellement des viaducs et des ponts des chemins de fer, dans la division nord du Caledonian Railway.

Journal de l'Institut Franklin. — Mémoire sur la machine d'Olsen à essayer les métaux.

Génie civil. — Article de *M. Dwelshauvers-Déry*, correspondant de la Société, sur les laboratoires de mécanique et les écoles techniques supérieures.

Ouvrages offerts a la Société. — Par *M. Gustave Heuzé*, membre du Conseil, ses deux ouvrages : 1° *La Petite Culture agricole, légumière et fruitière dans les campagnes et aux environs des villes*, 1 vol. in-12, illustré de 121 gravures. 2° *La Pratique de l'agriculture*, 2 vol. in-12, illustrés de 141 figures.

Par *M. le commandeur Bodio*, correspondant de la Société à Rome : *Di alcuni indici misuratori del movimento economico in Italia. Carta idrografica d'Italia*, 3 fascicules.

Par *M. Henri Chapmann*, correspondant de la Société à Londres : *Report to the Board of trade on profit sharing, Londres;* par *M. Lowry Whittle.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par *Don Andrès Llauradò*, correspondant de la Société à Madrid : *la Navegación interior en España.*

Par *M. le Ministre des travaux publics* : *Album de statistique graphique de* 1889. *Collection de dessins distribués aux élèves de l'École nationale des ponts et chaussées*, tome III, 6e fascicule, 23e livraison, 1889.

Par *M. le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies* : *Annuaire statistique de la France*, 13e année, 1890.

Par la *Chambre de commerce de Paris* : *Avis exprimés sur les principales questions soumises à son examen pendant l'année* 1890.

Par *M. le colonel Laussedat*, membre du Conseil : *les Applications de la perspective au lever des plans. Vues dessinées à la chambre claire. Photographies.* Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, tome II de la 2e série.

Par *M. Cacheux*, membre de la Société : *État des habitations ouvrières à la fin du* XIXe *siècle*, texte et planches. *Revue du sauvetage en France et à l'étranger*, nos 1 à 12.

Par *M. Flamant*, membre de la Société, ingénieur des ponts et chaussées : *Plan incliné pour bateaux de navigation intérieure.*

Par *M. Pierre Viala*, professeur de viticulture à l'Institut national agronomique : *Mission viticole pour la reconstitution des vignobles du département de Maine-et-Loire.*

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Louis Campredon, chimiste-métallurgiste, à Paris, présenté par *MM. Bordet* et *Hallopeau.*

M. Émile Boire, administrateur-directeur des sucreries de Bourdon (Puy-de-Dôme), présenté par *MM. Aimé Girard* et *de Luynes.*

Rapport. — *Ouvrages relatifs à l'Exposition universelle de* 1889. — *M. Lavollée* fait, au nom du Comité de commerce, un rapport sur plusieurs ouvrages relatifs à l'Exposition universelle de 1889. Il donne l'analyse des diverses matières contenues dans les ouvrages offerts à la Société et qui sont les suivants : *L'Exposition universelle*, par *Henri de Parville*, ouvrage édité par *M. Rothschild; L'Exposition universelle*, par *Léon Malo*, recueil de lettres écrites du 7 mai 1889 au 8 janvier 1890, à un journal politique de Lyon, le *Salut public; Exposition de l'État au Champ-de-Mars et à l'esplanade des Invalides*, série d'articles publiés par le *Journal officiel* et réunis en deux volumes, par *M. Louis Zegierski.*

Le Comité de commerce pense que les remerciements de la Société sont dus aux auteurs et aux éditeurs des ouvrages qui viennent d'être signalés, et il propose au Conseil d'admetttre le présent rapport à l'insertion dans le *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Communication. — *Contrôle des surfaces optiques.* — *M. Léon Laurent*, con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

structeur d'instruments optiques, présente à la Société une série d'appareils et de méthodes pour le contrôle des surfaces *planes*, pendant et après l'exécution.

Il constate d'abord le manque presque absolu de contrôle scientifique pour suivre la fabrication dans les ateliers d'optique. Il a d'abord cherché des moyens de contrôle pour lui-même, puis il les a étendus, afin de les mettre dans la main même de l'ouvrier. Ces méthodes sont le résultat de vingt années de pratique et d'études raisonnées sur le travail de l'optique et la construction des instruments de précision. Elles permettent à l'ouvrier de marcher pas à pas et de corriger ses procédés en ne laissant rien au hasard.

Ces appareils sont à la fois des outils et des instruments de mesures; ils ont leur place dans les laboratoires et dans les ateliers.

M. Laurent commence par montrer comment il arrive à faire des surfaces planes *isolées*, en les comparant à un *plan type* connu, au moyen des franges de M. Fizeau, sur un appareil spécial; puis une série d'appareils composés chacun d'un support particulier et de lunettes autocollimatrices.

Ces appareils sont :

Appareil à lunette verticale, pour contrôler les surfaces *parallèles;*

Appareil à lunette horizontale, pour contrôler les surfaces *perpendiculaires;*

Goniomètre d'atelier pour *exécuter* les prismes;

Cercle divisé, pour la *mesure* des prismes;

Appareil pour contrôler les systèmes optiques par *réfraction;*

Équerre fixe, pour le 90°;

Prismes types, donnant le 45°, le 90° et 60°, à 5″ près;

Équerre à angle variable.

M. Laurent montre successivement chaque appareil, le décrit au moyen de dessins tracés sur le tableau et en indique les applications.

Les lunettes autocollimatrices peuvent être considérées comme des normales aux surfaces à examiner; c'est l'inclinaison très amplifiée de ces normales que l'on mesure.

Les appareils sont éclairés au moyen de brûleurs spéciaux, d'un agencement simple et qui peuvent servir dans beaucoup d'autres cas.

M. Laurent indique aussi des méthodes encore inédites pour exécuter les prismes de précision, pour juger, d'un coup d'œil, de la qualité d'une glace parallèle, argentée ou non; d'un prisme à réflexion totale, à 60°, etc.

M. Laurent se résume ainsi : Il pense que la question des surfaces *planes* est à peu près résolue quant aux *instruments* et aux *méthodes*.

En entourant les surfaces de calles, on peut les faire très planes, on peut leur donner les angles voulus avec toute la précision désirable et on obtiendrait toujours de très bons effets si, malheureusement, les surfaces ne se déformaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas une fois démontées de leurs collages indispensables, et plus ou moins, suivant la matière, la forme des pièces et leurs épaisseurs.

Il y a beaucoup à faire dans cette voie où l'on est quelquefois complètement dérouté. Tous ces effets sont peu connus et cela n'est pas surprenant, puisque les moyens pratiques et précis de constater les faits manquent encore dans les ateliers d'optique, au moins en France.

Après avoir servi à exécuter les pièces, ces appareils permettent de déterminer la valeur exacte des pièces finies : on peut donc faire un triage, afin de les utiliser encore le mieux possible.

M. le Président remercie *M. Laurent* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Éclairage au gaz. — M. Auguste Lévy, ingénieur de la Compagnie Parisienne du Gaz, fait une communication sur les appareils d'éclairage au gaz créés depuis une dizaine d'années et appartenant principalement à la catégorie des becs à récupération de chaleur.

M. le Président remercie *M. Auguste Lévy* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 27290.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. MAI 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. PRUNIER, *au nom du Comité des arts économiques, sur le* POÊLE *de* M. JEAN BAYLAC.

Le poêle de M. Jean Baylac est un poêle moderne, c'est-à-dire à feu apparent, monté sur roulettes et muni d'un réservoir pour le combustible, mais qui se recommande par un certain nombre de dispositions ingénieuses et commodes.

C'est ainsi que le réservoir intérieur (fig. 1), par l'ouverture supérieure duquel se fait le chargement quand on veut espacer beaucoup les additions de charbon, est évasé vers le bas et non cylindrique, de manière à éviter les coïncements et arrêts dans la descente du combustible. En outre, et c'est l'une des particularités les plus saillantes, ce réservoir, placé en arrière, déverse progressivement le charbon sur le foyer incandescent, de sorte que la combustion se fait en avant, sur une épaisseur de combustible presque invariable, et en présence de la totalité de l'air entraînée par le tirage.

Les gaz produits (fig. 1) sont d'abord dirigés en avant par une sorte de réflecteur concave H en terre réfractaire; ils contournent ensuite le réservoir à charbon et vont enfin s'échapper en V par le tuyau qui les conduit dans la cheminée d'appel, après avoir cédé en grande partie leur chaleur à l'enveloppe extérieure du calorifère.

Le foyer lui-même est également garni d'une poterie réfractaire J qui préserve au besoin les pièces de fonte, en cas de trop forte chaleur.

De plus, il est limité antérieurement par une grille verticale N, à surface

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

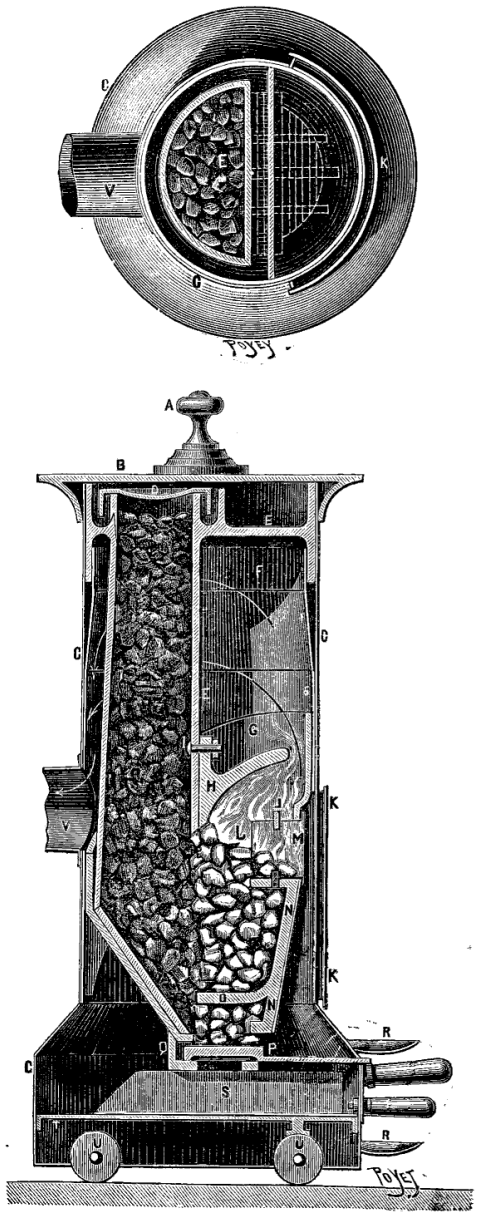


Fig. 1. — Coupes du poêle Baylac.

relativement grande, qui laisse voir le feu et permet de surveiller le tirage. La combustion est activée ou ralentie au moyen de deux portes mobiles K qui viennent à volonté se placer devant la grille verticale.

Une seconde grille horizontale P, plus petite et placée sous le foyer, au-dessus du cendrier S, sert à évacuer les cendres et contribue à livrer passage à l'air ou souffleur nécessaire.

Enfin une petite porte M, qui s'ouvre au-dessus de la grille verticale, sert à l'allumage, au nettoyage du poêle et au besoin à son alimentation en charbon, ce qui lui assure à peu de chose près les avantages d'une grille de cheminée ordinaire, mais avec un rendement en calorique notablement supérieur.

Divers accessoires ou ornements nickelés complètent l'aspect ou contribuent à faciliter le maniement de l'appareil.

Tel est, sommairement décrit, le poêle qui vous a été soumis par M. Baylac dans le courant de l'année dernière.

Son fonctionnement découle forcément des dispositions intérieures dont nous venons de rappeler les principales.

A l'usage, le poêle Baylac soutient la comparaison avec les modèles les plus répandus à l'heure actuelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il peut à volonté augmenter ou diminuer la rapidité de sa marche, en consommant plus ou moins de combustible.

L'allumage se fait sans difficulté et même sans qu'il soit nécessaire de vider le foyer et de le débarrasser du résidu de la combustion précédente : nouveau rapprochement entre la grille de cheminée ordinaire et ce modèle de poêle qui n'est en somme autre chose qu'une grille pourvue d'un réservoir à charbon, assurant sa marche pendant un laps de temps suffisant, et d'une enveloppe métallique qui lui permet de s'avancer dans l'appartement et d'augmenter ainsi dans une large proportion la puissance calorifique, c'est-à-dire l'effet utile de l'appareil.

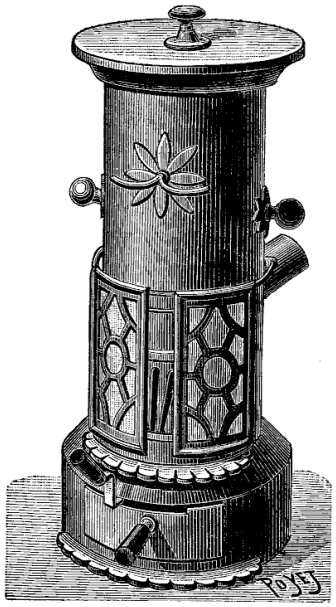


Fig. 2. — Poêle Baylac.

Ce calorifère brûle à peu près indifféremment tous les combustibles usuels, et, pour un poids donné de charbon, le rendement est assez avantageux pour que ce modèle puisse figurer en bon rang parmi les poêles dits économiques.

Au point de vue hygiénique, le poêle Baylac rentre dans la catégorie des appareils à fermeture supérieure mobile et reste par conséquent sujet aux inconvénients généraux inséparables de ce genre de poêle. Toutefois, ainsi qu'on l'a vu plus haut, la combustion se fait dans de bonnes conditions et quand le joint de la partie supérieure est convenablement établi, les émanations dangereuses sont réduites à leur minimum, c'est-à-dire que l'on n'a guère à les redouter qu'au moment du chargement, ou pendant les coups de vent dont la force est capable de renverser le tirage et de faire refluer dans la pièce les gaz de la cheminée.

La figure 2 donne une idée de l'aspect d'ensemble qui est simple sans être trop négligé.

Les différents organes sont solidement construits.

L'installation est facile, l'alimentation commode, la ventilation puissante.

L'inventeur s'est surtout appliqué à diriger en avant les gaz de la combustion et par suite la chaleur dégagée. Il paraît avoir atteint le but qu'il s'est proposé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le poêle Jean Baylac constitue en somme un appareil pratique, à combustion visible, énergique et complète, accélérée ou ralentie selon le besoin ; son maniement est commode et le deviendra encore davantage dès que l'inventeur sera parvenu à obtenir du constructeur quelques légères modifications de détail, destinées à rendre plus faciles encore le montage de la grille, la descente du charbon et l'évacuation des cendres.

En conséquence, votre Comité des arts économiques vous propose de remercier M. Baylac de son intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec les deux figures destinées à faire comprendre ce que le dispositif offre de spécial.

Signé : L. PRUNIER, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *février* 1891.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. le colonel PIERRE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur un* PROCÉDÉ DE RETAILLAGE DES LIMES PAR L'ÉLECTRICITÉ, *présenté par* M. PERSONNE, 24, *rue de Chazelles, à Paris.*

M. Robert Personne, de Neufchastel-Sennevoy, a présenté à la Société d'Encouragement un nouveau procédé de retaillage des limes par l'électricité, pour lequel un brevet d'invention a été pris par M. le baron Augustin Personne son père, le 13 mars 1888. — Dans la séance du 27 juin 1890, une communication de ce procédé a été faite par M. Georges Sohier, agent principal de l'exploitation du brevet et directeur du laboratoire et des ateliers établis à La Courneuve (Seine).

L'examen de cette affaire a été renvoyé au Comité des arts mécaniques.

Il y a déjà plus de trente-cinq ans qu'on a conçu l'idée de retailler par le moyen de l'électricité les limes usées. Ce n'est donc pas un fait nouveau, et il paraît utile, avant d'examiner dans ses détails le procédé présenté aujourd'hui, de faire l'historique de la question, autant que les documents retrouvés le permettent.

M. Landrin, ingénieur civil des mines, est, à notre connaissance, le premier qui ait publié des travaux sur l'intervention de l'électricité dans le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

retaillage des limes. Cet ingénieur a pris, le 31 août 1857, un brevet pour l'*application de la polarisation de l'électricité au creusage des métaux, et notamment au retaillage et repiquage des limes usées.*

Voici comment M. Landrin opérait en ce qui concerne le ravivage des limes. Ces outils étaient placés sur deux lignes parallèles dans un bain sulfurique qui était traversé par un courant électrique fourni par une batterie de piles Bunsen. Les limes de la première ligne étaient électrisées positivement et les autres négativement. Après la première demi-heure, on changeait la direction du courant : les limes de la première ligne étaient alors électrisées négativement, et les autres positivement. On changeait de nouveau la direction du courant, après la seconde demi-heure, et l'on continuait cette interversion de demi-heure en demi-heure pendant les deux premières heures. Cela fait, on activait l'effet de la polarisation en la changeant toutes les dix minutes jusqu'au moment où l'on reconnaissait à l'inspection des limes que l'opération était faite aux trois quarts. A partir de ce moment, on changeait la polarisation de cinq en cinq minutes, jusqu'à ce que les angles des dents fussent suffisamment aigus.

Il fallait environ quatre heures pour le ravivage d'une lime, et il est à croire que ce procédé n'était ni plus pratique ni plus économique qu'il n'était rapide.

Nous ne savons pas s'il a été appliqué industriellement, ni s'il a donné des résultats autres que celui d'attirer l'attention sur ce mode d'emploi de l'électricité.

Quoi qu'il en soit, le procédé de M. Landrin semblait complètement oublié, quand, au mois de mai 1868, un brevet fut pris aux noms de MM. de la Tour du Breuil, Bayners et de Dienheim-Brochocki pour un *procédé électro-chimique pour l'avivage ou ravivage (repiquage) des limes.*

Ce procédé a été l'objet d'une communication à la Société dans sa séance du 23 avril 1869. M. Werdermann, l'un des exploitants du brevet, a pris la parole, et a ensuite exécuté devant l'assemblée l'opération du ravivage de quelques limes.

Voici le compte rendu de cette communication extrait du *Bulletin* de la Société (t. XVI, année 1869, page 510) :

« Les limes, bien nettoyées par de l'eau chaude et de la soude, sont sus-
« pendues au pôle positif dans un bain composé de 40 parties d'acide sulfuri-
« que, de 80 parties d'acide nitrique et de 1 000 parties d'eau. Le pôle néga-
« tif est formé par une spirale en cuivre entourant les limes à une certaine

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 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 remar- « que 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 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 immé- « diatement des résultats très satisfaisants. »

Au dire de M. Werdermann, cette industrie était alors installée à Naples et dans d'autres villes de l'Italie; à Paris, plusieurs grands établissements et une compagnie de chemin de fer faisaient raviver par M. de Dienheim-Brochocki plusieurs milliers de limes par semaine.

L'examen de cette communication fut renvoyé au Comité des arts chimiques, qui n'a présenté aucun rapport, peut-être par suite des événements de 1870. M. Werdermann, sujet allemand, avait cessé d'habiter la France et, par conséquent, d'y pratiquer le ravivage des limes. En 1872, il avait transporté cette industrie en Angleterre, mais nous ignorons si elle y existe encore. Quoi qu'il en soit, le brevet de M. Brochocki est tombé en France dans le domaine public depuis 1870, et son existence aurait d'ailleurs pris fin en 1883.

C'est vers cette époque que M. le baron Augustin Personne a entrepris des études sur le *ravivage des limes par l'électricité*. Il les a menées à bonne fin il y a peu d'années, et a pris son brevet le 13 mars 1888.

Dans sa manière d'opérer, M. Personne a supprimé l'emploi des piles Bunsen ou autres, placées à l'extérieur du bain dans lequel sont plongées les limes à raviver. C'est là surtout la différence capitale qui existe entre ce procédé et ceux de MM. Landrin et Brochocki. Il consiste à former un élément de pile au charbon et à l'eau acidulée, dans lequel la lime remplace la lame de zinc et joue le rôle de pôle négatif.

A cet effet, la lime, préalablement bien nettoyée et dégraissée, est plongée dans l'eau acidulée entre les deux charbons et le circuit électrique est fermé en établissant directement la communication entre les charbons et la soie de la lime au moyen d'une pièce métallique qui lui sert de support. Par suite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'attaque du métal par l'eau acidulée, le contact électrique s'établit; l'eau est décomposée, et son oxygène se porte sur la taille de la lime, tandis que l'hydrogène naissant se fixe à l'état de bulles sur les dents de la lime et les protège contre l'attaque de l'eau acidulée qui creuse librement la taille. Après quelques minutes d'immersion, la lime retirée, brossée à grande eau pour remettre à nu le fond de la taille, est replacée dans le bain.

Lorsque le creusement de la taille est jugé suffisant, la lime est retirée, immergée pendant quelques minutes dans un bain alcalin, puis séchée et brossée; elle reprend alors l'apparence et les qualités d'une lime neuve, lorsque l'opération a été bien conduite. Le temps nécessaire pour cela est d'environ dix minutes.

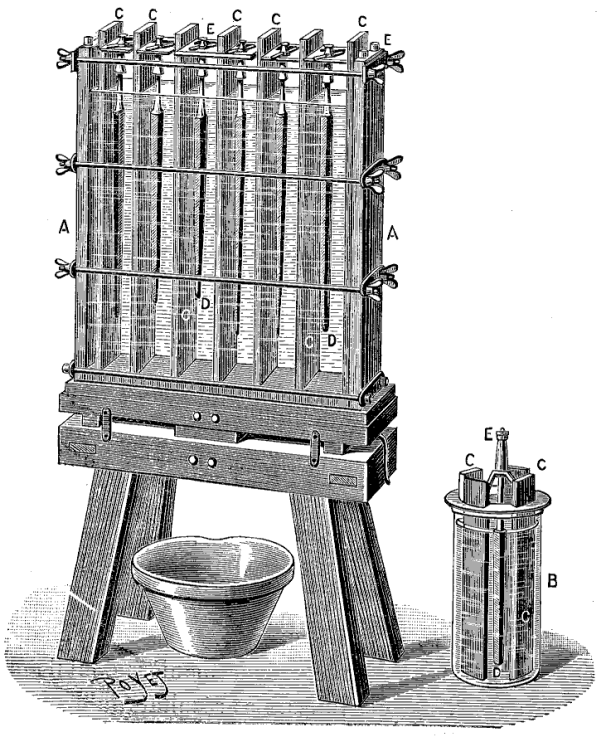


Fig. 1. — Cuves de M. Personne pour retailler les limes par l'électricité.

L'eau acidulée qui donne les meilleurs résultats est composé de :

Eau : 100 parties en volume; acide azotique : 6 à 8 parties, suivant la grosseur des limes; acide sulfurique : 3 à 4 parties, suivant la grosseur des limes.

Des essais complets et très intéressants du procédé Personne ont été faits, avec tout le soin possible, par le service des forges de l'artillerie; ils ont donné d'excellents résultats : des limes retaillées ont été essayées par des moyens automatiques comparativement avec des limes neuves, elles ont fourni en moyenne une durée de service de 50 à 70, la durée de service des limes neuves étant représentée par 100. Après la réussite de ces essais, exécutés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par ses ordres, le Ministre de la Guerre a acheté de M. Personne une licence par laquelle les établissements du département de la Guerre sont autorisés à employer son procédé. L'économie réalisée dans la première année a été assez grande pour dépasser la somme payée par l'État pour la licence.

De grands établissements industriels ont traité avec M. Personne pour acheter des licences. En outre, des usines spéciales ont été installées à La Courneuve (Seine), sous la direction de M. G. Sohier, ingénieur civil.

L'application du procédé de M. Personne au ravivage des fraises et des autres outils analogues n'a pas été aussi avantageuse que l'inventeur l'avait espéré. Jusqu'à présent on ne peut donc le recommander avec certitude que pour les limes.

Si l'on se reporte à la description qui vient d'être faite des procédés Landrin, Brochocki et Personne, on peut formuler comme il suit les différences essentielles qui les caractérisent :

1° M. Landrin se sert de piles extérieures (Bunsen) et fait agir l'électricité, en plaçant alternativement les limes au pôle positif et au pôle négatif. La durée de l'opération est de quatre heures au minimum.

2° M. Brochocki se sert aussi des piles de Bunsen, mais il maintient toujours les limes au pôle positif. La durée de l'opération est de vingt minutes au minimum.

3° Enfin M. Personne rejette les piles extérieures, et organise sa pile dans le bain même à l'aide du charbon et du métal de la lime. La durée de l'opération est de dix minutes en moyenne.

En présence des faits que nous venons d'analyser et de constater, on doit féliciter M. Personne pour la manière dont il applique l'emploi de l'électricité au ravivage des limes. Les résultats qu'il a obtenus sont incontestables et méritent d'être signalés à l'industrie française; car désormais, avec ce procédé, elle pourra tirer, mieux que par le passé, un bon parti d'un grand nombre de limes usées.

Mais, soit que M. Personne ait connu, soit qu'il ait ignoré les essais déjà faits avant lui, et les brevets antérieurs aux siens, il faut reconnaître et faire ressortir ici le mérite de MM. Landrin et Brochocki, dont les efforts et les travaux, sans aboutir à une solution aussi pratique de la question, ont cependant signalé cette nouvelle application de l'électricité.

C'est dans la double intention de donner un témoignage d'éloges et de remerciements à MM. Landrin, Brochocki et Personne, et de recommander aux industriels le procédé de M. Personne, que votre Comité des arts mécani-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ques vous propose de faire insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société, avec les dessins et la légende nécessaires à la compréhension du procédé de M. Personne.

Signé : Colonel PIERRE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *mars* 1891.

LÉGENDE DE LA FIGURE REPRÉSENTANT L'APPAREIL ÉLECTRIQUE DE M. PERSONNE POUR RETAILLER LES LIMES

A, Caisse pour plusieurs limes.
B, Éprouvette pour une lime isolée.
C, Charbons.
D, Limes.
E, Pièce métallique qui supporte les limes et établit la communication électrique.

ARTS ÉCONOMIQUES

SUR LA RECTIFICATION DE L'ALCOOL, PAR M. E. SOREL, ANCIEN INGÉNIEUR DES MANUFACTURES DE L'ÉTAT

Le produit de la distillation des moûts sucrés fermentés est un liquide complexe contenant, à côté de l'alcool éthylique, un grand nombre d'autres composés volatils, dont les principaux sont :

Les alcools propylique, butylique de fermentation, isoamylique, hexylique, etc. ;

Quelques glycols ;

Les aldéhydes de ces deux classes d'alcools ;

Les acides provenant de l'oxydation de ces alcools, et par suite tous les éthers que peuvent former en se combinant deux à deux ces alcools et ces acides, ainsi que les acides oxalique, œnanthique, pélargonique, etc., des bases ammoniacales, et des bases organiques, ainsi que les combinaisons de quelques-unes d'entre elles avec certaines aldéhydes, le furfurol ;

Enfin, un certain nombre de produits sapides et odorants mal définis, caractéristiques des matières premières mises en œuvre.

Certains produits distillés doivent à cette dernière catégorie de corps un arome

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

spécial qui les fait rechercher ; mais les alcools provenant de la fermentation des matières industrielles saccharifiées sont, au contraire, rendus impropres à la consommation par la nature des corps sapides qu'ils contiennent, et les hygiénistes ont montré que plusieurs de ces impuretés sont, à un haut degré, dangereuses pour la santé publique.

On se propose donc de retirer de ces alcools industriels un alcool appelé neutre, c'est-à-dire n'exerçant sur les organes de l'odorat et du goût aucune action rappelant son origine, et de plus d'en écarter, autant que possible, toutes les impuretés plus ou moins nocives qu'il contenait lors de son extraction.

Pour cela, on recourt à une deuxième opération, la rectification. Cette opération toute physique ne peut amener la destruction des impuretés : au contraire, elle ne peut que favoriser la production de quelques-unes d'entre elles, mais elle permet de diviser l'alcool traité en plusieurs parties, les unes où se concentrent les impuretés, les autres où l'alcool est suffisamment pur pour être livré à la consommation.

Elle repose sur la différence de solubilité des diverses impuretés volatiles dans l'alcool bouillant.

Si l'on porte à l'ébullition un mélange de deux liquides solubles l'un dans l'autre, on trouve que, pour un litre de liquide contenant un poids s d'impuretés, un mètre cube de vapeurs produites par ce liquide sous la pression atmosphérique contiendra un poids σ des mêmes impuretés tel qu'on ait la relation $\sigma = Ks$, K étant un coefficient constant pour chaque mélange. Ceci résulte des travaux de M. Th. Schlœsing sur la distillation des eaux ammoniacales, et des recherches postérieures de M. Duclaux sur la distillation de mélanges d'eau avec divers alcools et avec divers acides organiques.

Pour faciliter les calculs suivants, je substituerai les poids aux volumes, et dirai qu'il y a une relation constante K entre le poids σ d'une impureté contenue dans un kilogramme de vapeur d'eau, et le poids s de la même impureté contenue dans un kilogramme d'eau bouillante en contact avec cette vapeur.

J'ai retrouvé la même loi pour des mélanges ternaires d'eau, d'alcool et d'une impureté volatile existant en petites proportions dans ce mélange. Mais alors le coefficient constant K de la relation $\sigma = Ks$ varie non seulement avec la nature de l'impureté, mais avec la teneur du mélange d'alcool et d'eau. Plus le mélange est riche en alcool, plus K diminue ; mais il ne diminue pas de la même façon pour toutes les impuretés : tantôt, dans l'alcool concentré lui-même, K restera notablement plus grand que l'unité, tantôt il deviendra notablement plus petit.

Cette valeur de K n'est, du reste, pas fonction, d'une façon directe, de la volatilité du corps considéré.

Pour donner une idée des variations de K avec la richesse alcoolique du mélange, je reproduis, d'après mes expériences (fig. 1), la courbe représentant la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

variation de ses valeurs pour l'alcool amylique, un des corps principaux qui constituent le fusel. On voit que K décroît très rapidement à mesure que l'alcool est plus concentré, bien que la température d'ébullition varie peu.

Dans cette figure, on mesure sur les abscisses les titres Gay-Lussac de l'alcool employé, sur les ordonnées, les valeurs de K.

Les rectificateurs les plus employés sont discontinus, c'est-à-dire qu'on soumet à la rectification un volume fini d'alcool, tandis que la distillation est le plus souvent une opération continue.

Dans ces rectificateurs on distingue quatre parties essentielles :

1° Une chaudière où l'on porte à l'ébullition, généralement par un serpentin à vapeur, l'alcool à purifier, étendu d'eau de façon qu'il marque de 35° à 50° Gay-Lussac, suivant sa nature.

2° La colonne de rectification proprement dite, divisée en un grand nombre d'étages (une cinquantaine dans les excellents rectificateurs du type Savalle) par des plateaux munis de trop-pleins, et d'appendices ayant pour but de mettre en contact aussi intime que possible les vapeurs qui s'élèvent de la chaudière, et les liquides qui redescendent du troisième organe, le condenseur. On doit s'attacher à éviter tout entraînement mécanique dans le courant de vapeur des liquides d'un plateau à l'autre.

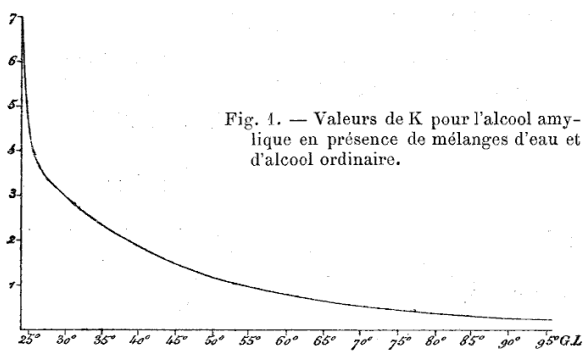


Fig. 1. — Valeurs de K pour l'alcool amylique en présence de mélanges d'eau et d'alcool ordinaire.

3° Le condenseur où une portion notable des vapeurs qui sont sorties de la colonne, sont refroidies et repassent à l'état liquide pour redescendre de plateau en plateau jusqu'à la chaudière.

4° Le réfrigérant où l'on condense et refroidit l'alcool qui a échappé à l'organe précédent. De là, l'alcool est conduit à une éprouvette. L'ouvrier y constate le degré de l'alcool produit et sa qualité, et l'envoie, suivant celle-ci, à un réservoir ou à un autre.

Nous avons vu que l'on cherche à séparer les impuretés en s'appuyant sur leur solubilité dans l'alcool concentré bouillant. Le condenseur est la source de cet alcool : il le fournira d'autant plus concentré qu'il sera plus chaud lui-même. En employant un condenseur convenable travaillant à la plus haute température possible et liquéfiant au moins les 2/3 de l'alcool qui y entre, on arrive à charger

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

presque tous les plateaux d'alcool sensiblement aussi fort que celui qu'on recueille à l'éprouvette, et à conserver ce régime presque jusqu'à la fin de l'opération. Dès lors, la presque totalité des plateaux concourent à la rectification.

Supposons le régime établi, et appelons A le poids d'alcool concentré rentrant par unité de temps dans la colonne par le plateau supérieur (1). Cet alcool sera à son point d'ébullition. Soit S le taux d'une impureté déterminée dans ces reflux.

Appelons encore :

E le poids d'alcool arrivant dans l'unité de temps à l'éprouvette, Σ le taux de la même impureté dans cet alcool,

V_n le poids de vapeurs passant par unité de temps de l'étage n à l'étage $n-1$,

P_n le poids des liquides passant par unité de temps de l'étage n à l'étage $n+1$,

K_n la valeur de notre coefficient K pour l'étage n,

s_n le taux de l'impureté considérée dans les liquides de l'étage n,

$\sigma_n = Ks_n$ le taux de la même impureté dans les vapeurs de l'étage n,

Nous aurons, une fois le régime établi, la relation évidente suivante :

$$AS + V_{n+1} K_{n+1} s_{n+1} = E\Sigma + P_n s_n$$

puisque cette relation exprime que rien n'est changé à l'état relatif des plateaux, ce qui est toujours admissible pour un temps court, si la source de vapeurs (la chaudière) est suffisamment grande.

On peut écrire cette relation :

$$s_n = \frac{V_{n+1}}{P_n} K_{n+1} s_{n+1} + \frac{AS - E\Sigma}{P_n}$$

de même :

$$s_{n-1} = \frac{V_n}{P_{n-1}} K_n s_n + \frac{AS - E\Sigma}{P_{n-1}}$$

d'où l'on déduit facilement

$$(1) \quad s_x P_x = s_n . V_n . K_n . \times K_{x+1} . K_{x+2} \ldots . K_{n-2} . K_{n-1} \left(\frac{V}{P}\right)_{x+1} \left(\frac{V}{P}\right)_{x+2} \ldots \left(\frac{V}{P}\right)_n$$
$$+ (AS - E\Sigma) \left(1 + K_{x+1} \left(\frac{V}{P}\right)_{x+1} + K_{x+1} K_{x+2} \left(\frac{V}{P}\right)_{x+1} \left(\frac{V}{P}\right)_{x+2} \ldots .\right.$$
$$\left. + K_{x+1} \ldots . K_{n-1} \left(\frac{V}{P}\right)_{x+1} \left(\frac{V}{P}\right)_{x+2} \ldots \left(\frac{V}{P}\right)_{n-1}\right)$$

(1) Cela revient à considérer le plateau supérieur de la colonne comme partie intégrante du condenseur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

relation qui indique comment varie l'impureté contenue dans le plateau de rang x, en fonction du nombre des plateaux, de l'impureté contenue dans le plateau de rang n, dans les reflux du condenseur, et dans l'alcool coulant à l'éprouvette.

On a d'ailleurs les relations : $A = \alpha E$ fournie par l'expérience, et

$$\Sigma = K_E S.$$

Ainsi les valeurs successives de s_x ne sont pas une fonction simple d'une valeur moyenne de K, mais dépendent directement des valeurs successives de $\left(\frac{V}{P}\right)_x$, c'est-à-dire du mode de construction et du fonctionnement des diverses parties de l'appareil. Tous les rectificateurs ne sont donc pas comparables entre eux.

Ces valeurs $\left(\frac{V}{P}\right)_x$ peuvent d'ailleurs être déterminées, si, sur un appareil, on pratique des prises d'échantillons donnant la concentration de l'alcool aux divers plateaux. On peut également les déduire de considérations théoriques qu'il serait trop long de développer ici.

Supposons connue la richesse de l'alcool dans les plateaux. Appelons T_E le taux p. 100 en poids de l'alcool contenu dans le liquide coulant à l'éprouvette, T_n le taux p. 100 dans le liquide contenu dans le plateau n, U_n le taux p. 100 dans les vapeurs produites par ce liquide, nous aurons la relation :

$$V_{n+1} = E + P_n$$
$$V_{n+1} U_{n+1} = E T_E + P_n T_n$$

d'où :

$$V_{n+1} = \frac{T_E - T_n}{U_{n+1} - T_n} \times E$$
$$P_n = \frac{T_E - U_{n+1}}{U_{n+1} - T_n} \times E$$

d'où enfin :

$$\frac{V_n}{P_n} = \frac{(T_E - T_{n-1})(U_{n+1} - T_n)}{(U_n - T_{n-1})(T_E - U_{n+1})} \qquad (2)$$

valeur toujours déterminable et qui est d'autant plus grande que l'unité que les titres des trois plateaux sont plus différents.

Revenons à l'équation (1) et mettons le terme $AS - E\Sigma$ sous la forme

$$E\Sigma\left(\frac{\alpha - K_E}{K_E}\right).$$

Si K_E est plus grand que α, ce terme est négatif; par conséquent $s_x P_x$ et par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suite s_x est d'autant plus petit que $K_E - \alpha$ est plus grand. Si K_E est plus petit que α, ce terme est positif et par suite s_x est d'autant plus grand que $\alpha - K_E$ est plus grand. En d'autres termes, les impuretés restent d'autant mieux retenues dans la colonne que l'alcool liquéfié dans le condenseur est plus fort, et que le taux des reflux est plus considérable. On comprend donc combien les rectificateurs d'alcools s'attachent à avoir des condenseurs chauds et puissants pour retenir les impuretés qui peuvent avoir pour K une petite valeur.

Embrassons maintenant l'ensemble de la colonne à partir du dernier plateau chargé d'alcool à très fort degré. Nous avons vu que, de ce plateau jusqu'en haut, le titre varie à peine, nous pouvons donc, sans erreur sensible, donner à K_x et à $\left(\frac{V}{P}\right)_x$ une valeur constante. De plus, l'expérience montre que K_E est sensiblement égal alors à K_x. Dès lors notre équation (1) devient :

$$AS = s_n V_n K_n \times K_{n-1}\left(\frac{V}{P}\right)_{n-1} + (AS - E\Sigma)\left(\frac{K_n\left(\frac{V}{P}\right)_n - 1}{K\frac{V}{P} - 1}\right)$$

ou :

$$E\Sigma \times \frac{\alpha}{K} = s_n V_n K_n \times K_{n-1}\left(\frac{V}{P}\right)_{n-1} + E\Sigma\left(\frac{\alpha - K}{K}\right)\left(\frac{K_n\left(\frac{V}{P}\right)_n - 1}{K\frac{V}{P} - 1}\right)$$

Si $E\Sigma = s_n V_n K_n$, cela voudra dire que la colonne n'arrête pas, malgré le nombre de ses plateaux, l'impureté caractérisée par la valeur K.

Cette expression se réduit à :

$$K_n\left(\frac{V}{P}\right)_{n-1}\left(\alpha\frac{V}{P} - 1\right) - K\left(1 + \alpha\frac{V}{P}\right) + \alpha = o$$

qui a toujours une variation, par suite une racine positive. Donc, quel que soit le nombre des plateaux, il y aura une impureté capable de passer à travers la colonne comme si cette colonne n'existait pas. Allant plus loin, on voit que K est forcément plus petit que 1, mais d'autant plus voisin de l'unité que α et n sont plus grands et $\left(\frac{V}{P}\right)$ plus petit, c'est-à-dire que l'alcool contenu dans les plateaux est plus concentré.

Toutes les impuretés moins solubles passeront de même; les impuretés plus solubles seront seules retardées, et cela d'autant plus que α sera plus grand et K plus petit.

Ceci posé, on comprend nettement comment fonctionne le rectificateur discontinu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les impuretés capables de passer à la colonne, comme si elle n'existait pas, s'échappent dès le début, et comme il n'y en a qu'une quantité limitée, leur taux diminue rapidement dans la chaudière, et progressivement dans les plateaux ; l'état de la colonne au bout de quelques heures est donc représenté par la courbe de gauche (fig. 2), cette courbe se rapproche rapidement de la verticale et finit par se confondre avec elle : dès lors, la classe d'impuretés considérées a disparu de l'appareil : elles sont toutes concentrées dans les premiers produits ou produits de tête. Ces impuretés de tête ne sont donc pas caractérisées par leur volatilité propre, ni par une valeur de K plu. grande que l'unité, mais par une valeur de K supérieure à une valeur limite plus petite que l'unité et variable avec chaque type et chaque marche du rectificateur.

Pendant tout ce temps, une autre classe d'impuretés caractérisée par une valeur de $K_x \left(\frac{V}{P}\right)_x$ plus petite que la précédente, s'échappe bien des plateaux inférieurs où l'alcool est relativement peu concentré, mais est retenue progressivement dans la série de plateaux chargés d'alcool fort. Notre équation (1) montre en effet que, dans un plateau déterminé, le poids de ces impuretés est constitué par la somme de deux quantités, dont l'une, le premier terme, décroît très rapidement avec le nombre des plateaux à fort degré dès que $K_n \left(\frac{V}{P}\right)$ est plus petit que 1 et dont l'autre, toujours très faible, ne croît que très lentement avec ce nombre de plateaux. Plus donc le nombre de ces plateaux sera grand, plus la colonne opposera d'obstacles à ces impuretés, de sorte qu'avec une cinquantaine de plateaux chargés d'alcool à fort degré, on peut considérer pratiquement que l'alcool ne contient pas de ces impuretés. On est dans la période de *cœur* de l'opération. L'état de la colonne est alors représenté par la courbe de droite (fig. 2). Cette période de cœur se prolongera jusqu'à ce que la chaudière s'épuisant d'alcool, les plateaux eux-mêmes s'appauvrissent : alors K augmente, les impuretés envahissent toute la colonne et finissent par passer plus vite que l'alcool, comme le montre la succession des valeurs de K données pour l'alcool amylique (fig. 1).

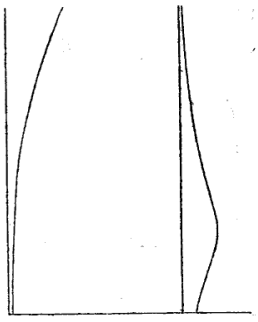


Fig. 2.
Corps de tête. Corps de queue.

On a du reste à sa disposition un moyen simple de retenir ces impuretés qui caractérisent la *queue* de l'opération. Il suffit d'établir vers le quart inférieur de la colonne un condenseur absorbant une quantité de calories telle que les plateaux situés au-dessus de ce condenseur soient toujours au maximum de concentration.

Dès lors, le maximum de teneur indiqué dans la figure 2 correspondra toujours

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à un plateau déterminé, et il suffira d'extraire continuellement de ce plateau une certaine quantité d'alcool impur pour empêcher l'accumulation des impuretés de *queue* dans la colonne et leur ascension de plateau en plateau. A la fin de l'opération, on pourra même condenser toutes les vapeurs dans ce condenseur auxiliaire, au lieu de laisser souiller, comme d'habitude, tous les plateaux par les derniers produits de l'épuisement de la chaudière.

En résumé, la rectification discontinue est basée sur l'épuisement rapide du contenu de la chaudière en corps pouvant échapper à la colonne de rectification, et l'arrêt des corps constituant définitivement les produits de *queue*. Après la première phase d'épuisement, on recueille de l'alcool pratiquement pur jusqu'à l'apparition des produits de *queue*.

Dans la rectification continue, on peut, il est vrai, par une opération à part et préliminaire, isoler les corps pour lesquels K est très grand, on peut, par une extraction continue analogue à celle décrite ci-dessus, empêcher les produits de queue d'arriver au réfrigérant final en quantité appréciable, mais on ne peut arrêter les corps ayant cette valeur limite de K leur permettant de traverser la colonne comme si elle n'existait pas, et, comme il en arrive d'une façon continue, l'alcool obtenu en est continuellement souillé.

Fig. 3. — Répartition des impuretés dans l'alcool rectifié.

La rectification continue ne peut donc donner qu'avec des qualités spéciales d'alcool des produits comparables comme pureté à ceux que fournit la rectification discontinue. Dans le cas général, elle ne produit pas d'alcool comparable à l'alcool de cœur obtenu par celle-ci.

Revenons à cette dernière, à laquelle il convient de toujours recourir si l'on veut obtenir des produits d'une qualité irréprochable, et représentons par un diagramme (fig. 3) la répartition des impuretés. Nous comptons les temps sur la ligne des abscisses et sur les ordonnées, nous prenons à grande échelle des hauteurs proportionnelles aux taux des impuretés contenues dans l'alcool arrivant du réfrigérant.

La première phase sera une phase d'épuisement : elle sera représentée pour chaque corps par une courbe analogue à la courbe A, d'autant plus allongée que l'épuisement sera plus lent.

Dans la troisième phase, l'apparition des corps de *queue* sera d'abord lente, puis très rapide dès que le contenu de la colonne commencera à s'affaiblir, ensuite on aura une période d'épuisement : courbe B.

En définitive, dans la pratique, on divise l'alcool recueilli non pas en trois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lots, l'un d'alcool pur compris entre les alcools de tête et de queue, mais en cinq, par ce qu'on met de côté pour les retravailler, les derniers produits de la première phase et les premiers de la dernière. Les premiers produits de la phase A et les derniers de la phase B (fig. 3) sont mis immédiatement de côté pour être vendus en vue d'usages spéciaux.

En employant les meilleurs types de rectificateurs discontinus, on peut retirer à chaque opération 60 p. 100 de l'alcool mis en œuvre sous forme d'*alcool de cœur*, 35 p. 100 sous forme de *moyens goûts* à retravailler, 5 p. 100 comme *mauvais goûts à vendre* et perte de rectification.

Par suite, le rectificateur, entreprenant au début d'une campagne le traitement de 100 parties d'alcool, a réellement à rectifier :

$$100\,(1 + 0{,}35 + 0{,}\overline{35}^{2} + 0{,}\overline{35}^{3} + \ldots\ldots) = 154 \text{ parties.}$$

Or la production d'un hectolitre d'alcool brut coulant à l'éprouvette exige, dans les appareils Savalle du dernier modèle, qui, à notre connaissance, sont les plus économiques, une dépense de 35 kilogrammes de houille rien que pour la vaporisation : il convient d'ajouter à cette dépense environ 7 kilogrammes de houille pour le service des pompes. La dépense totale par hectolitre d'alcool coulant à l'éprouvette est donc 42 kilogrammes de houille. Le traitement successif des *moyens goûts* élève donc la dépense réelle à $42 \times 1{,}54 = 63$ kilogrammes de houille par hectolitre d'alcool extra-fin recueilli. Ce chiffre théorique est parfaitement d'accord avec les résultats pratiques qui m'ont été communiqués de divers côtés. On voit quelle perte de temps, d'argent et quelle augmentation de matériel entraînent ces traitements successifs.

Si, au lieu d'avoir à retraiter 35 p. 100, on n'en retraitait que 20 p. 100, la quantité réelle d'alcool à mettre en œuvre serait :

$$100\,(1 + 0{,}20 + 0{,}\overline{20}^{2} + \ldots\ldots) = 125 \text{ parties.}$$

différence 29 parties.

Ainsi, en économisant une partie d'alcool à traiter par opération, on réduit de 2 parties la quantité d'alcool à mettre réellement en œuvre.

Beaucoup de distillateurs tournent la question en vendant à des prix différents leurs produits suivant leur pureté. Je ne discute pas la valeur économique du procédé commercial, mais je me borne à constater que ce n'est pas la solution technique du problème.

Il y a, nous venons de le voir, un intérêt considérable à chercher à augmenter d'une façon quelconque le rendement en alcool fin à chaque rectification. On a beaucoup préconisé un certain nombre de procédés reposant sur des réactions chimiques. Mais quand on réfléchit à l'énorme variété de produits coexistant et au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombre presque infini de réactions qui peuvent être provoquées sur eux ou entre eux par l'action d'un agent étranger si peu énergique qu'il soit, on comprend *a priori* que presque toutes ces tentatives étaient condamnées à un insuccès.

Il y avait lieu de se demander si on ne pouvait pas, en dehors de la colonne de rectification, continuer l'œuvre de classement opérée déjà par celle-ci, et, profitant d'une nouvelle variable, la température, déterminer des classements concentrant dans telle ou telle partie des produits recueillis telle ou telle nature d'impureté. Le succès de cette méthode eût permis de réunir du premier coup dans une petite fraction du liquide condensé la majeure partie des impuretés de tête et dans un autre la majeure partie des produits de queue et de ne rendre au rectificateur, instrument excellent mais coûteux, que des produits peu chargés d'impuretés.

L'étude était tentante et l'économie manifeste : on pouvait, d'ailleurs, prévoir une amélioration simple et peu coûteuse à adopter pour le traitement des produits de tête. Nous avons expliqué, en effet, ci-dessus le fonctionnement de la colonne de rectification. Du contact successif d'un liquide bouillant descendant de plateau en plateau, et de vapeurs à purifier s'élevant en sens inverse, résulte la séparation des impuretés en deux classes : les corps de tête d'une part sortant de la colonne, les corps de queue d'autre part qui y sont retenus. Le générateur de vapeur (la chaudière), le générateur du liquide (le condenseur), ne sont qu'un mode de réaliser cette double circulation. Supprimons le condenseur et remplaçons-le par un afflux de liquides alcooliques concentrés; supprimons la chaudière, et produisons des vapeurs alcooliques, au bas de la colonne aux dépens d'une partie des liquides introduits, le raisonnement et l'expérience seront d'accord pour démontrer que rien ne sera changé au rôle de la colonne : dès lors l'alcool sortant en bas pourra être dépouillé des corps de tête, l'alcool vaporisé les contiendra tous.

Si donc on envoie dans une pareille colonne de l'alcool très pauvre en produits de queue, riche en produits de tête, la colonne livrera en bas de l'alcool très pauvre en produits de tête et dès lors plus facile à rectifier, puisqu'il ne contiendra qu'une catégorie d'impuretés.

La classification des impuretés dans cette colonne distillatoire ne sera d'ailleurs pas la même que dans la colonne de rectification, car nous disposons à volonté du rapport $\frac{V}{P}$, qui, au lieu d'être plus grand que l'unité comme dans le rectificateur, est ici forcément plus petit.

Considérons un cas simple : supposons que l'alcool à traiter soit suffisamment concentré pour que sa richesse change peu quand on en vaporise une certaine portion, la valeur de K sera sensiblement constante; supposons, d'autre part, qu'il soit amené bouillant à la colonne (cette hypothèse est toujours réalisable si l'on utilise la chaleur enlevée par le liquide résiduel et celle des vapeurs) : dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce cas, le poids d'alcool circulant de plateau en plateau jusqu'à l'avant-dernier est constant, et égal au poids introduit, le poids de vapeur traversant l'appareil est constant et égal au poids de l'alcool qui sort.

Dès lors, dans notre équation (1), nous poserons $P_o = A$. $P = A$. $E = A\beta$ $\frac{V}{P} = \beta$, notre équation devient :

$$S_o = (S - \beta\Sigma)\frac{K^n\beta^n - 1}{\Sigma\beta - 1} + \beta s_n K^n \beta^{n-1}. \tag{3}$$

D'autre part, écrivons que la totalité des impuretés introduites doit se trouver divisée entre l'alcool vaporisé et l'alcool sortant du dernier plateau,

$$\times S = \beta\Sigma + (1 - \beta)\, s_n. \tag{4}$$

Enfin nous avons évidemment $s_o = \frac{\Sigma}{K}$.

L'équation (3) devient donc :

$$\Sigma = \frac{K^{n+1}\beta^{n+1}(K-1) - K(1-\beta)}{K\beta - 1}\, s_n,$$

d'où substituant dans l'équation (4)

$$S = \frac{K^{n+1}\beta^{n+2}(K-1) - (1-\beta)}{K\beta - 1}\, s_n,$$

ou enfin :

$$s_n = \frac{K\beta - 1}{K^{n+1}\beta^{n+2}(K-1) - (1-\beta)}\, S.$$

Ainsi la limite pour laquelle cette distillation fractionnée est sans influence sur la pureté du produit correspond à la valeur $K = 1$, tandis que dans la rectification continue ou discontinue cette limite correspond à une valeur moindre.

Pour nous rendre compte de l'influence de cette distillation, supposons une colonne ayant vingt plateaux, et étudions la variation des valeurs $\frac{s_n}{S}$ en fonction de β et de K. Cette variation est représentée (fig. 4), pour les valeurs de $\beta = \frac{1}{4}$, $\beta = \frac{1}{2}$, $\beta = \frac{3}{4}$.

Ce diagramme montre nettement comment, par une distillation partielle, on peut arriver à éliminer les corps pour lesquels la valeur *actuelle* de K est supérieure à l'unité, tout en concentrant dans le produit non distillé ceux pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lesquels la valeur *actuelle* de K est inférieure à l'unité. Comme on peut étendre l'alcool fort obtenu par la rectification avant de le soumettre à la distillation, on peut augmenter la valeur de K, et par suite faire passer à l'état de corps facilement entraînables les corps limites qui prolongent tellement la période des *moyens goûts* de *tête*.

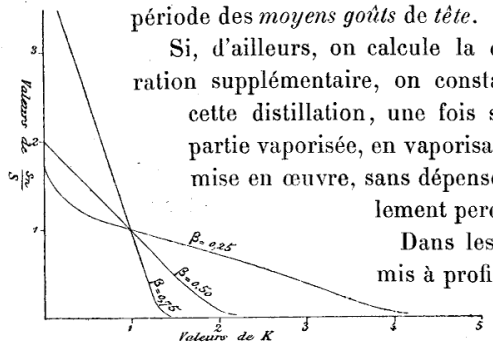


Fig. 4. — Distillation partielle.

Si, d'ailleurs, on calcule la dépense entraînée par cette opération supplémentaire, on constate qu'on peut répéter deux fois cette distillation, une fois sur l'alcool total, une fois sur la partie vaporisée, en vaporisant chaque fois la moitié de l'alcool mise en œuvre, sans dépense, si l'on utilise la chaleur généralement perdue des vinasses.

Dans les traitements qui précèdent, on a mis à profit deux variables, la valeur K relative à chaque impureté par une concentration déterminée de l'alcool, et le rapport $\frac{V}{P}$ des vapeurs aux liquides qui traversent un même plateau. Il reste une troisième variable à utiliser, à savoir : la température à laquelle se fait la condensation de l'alcool à recueillir.

De nombreuses tentatives ont été faites dans ce sens : elles n'ont conduit qu'à des désillusions jusqu'ici, parce qu'on partait d'un principe faux. Se fondant sur ce que les corps les plus faciles à reconnaître parmi les impuretés de *tête* ont un point d'ébullition relativement bas, sur ce que les corps constituant nettement des impuretés de *queue* ont un point d'ébullition notablement plus élevé que l'alcool et l'eau, on pensait qu'en condensant à la plus haute température possible l'alcool sortant de la colonne, on laisserait échapper les corps de tête, et on retiendrait les corps de queue. On négligeait absolument la considération de la solubilité de ces corps dans l'alcool, aussi l'échec fut complet; les impuretés ne se classaient pas du tout d'après l'ordre de leurs points d'ébullition.

Mais si, au lieu de condensations brusques à chaque température, on procède à des condensations progressives à température constante, en isolant au fur et à mesure les produits liquéfiés, on peut faire de l'épuisement par condensation progressive et fractionnée le complément de la distillation fractionnée.

La loi qui préside à cette condensation est facile à trouver :

Appelons Σ le poids d'une impureté déterminée contenue dans un kilogramme de vapeurs à l'entrée du condenseur, σ_1 le poids de la même impureté contenue dans un kilogramme de vapeurs à la sortie de ce condenseur, s le poids de la même impureté contenue dans un kilogramme de liquides condensés réunis à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sortie commune des vapeurs et des liquides, P le poids des vapeurs qui entrent dans le condenseur, p le poids des liquides condensés, K le rapport $\frac{\Sigma}{s}$ spécifique pour la température et la composition des liquides condensés reliant les taux p. 100 des impuretés dans les vapeurs et les liquides en équilibre de tension.

Nous avons la relation évidente :

$$P\Sigma = ps_1 + (P-p)\sigma_1$$

d'où

$$P\Sigma = p\frac{\sigma_1}{K} + (P-p)\sigma_1$$

et enfin

$$\sigma_1 = \frac{KP\Sigma}{KP-(K-1)p} \qquad s_1 = \frac{P\Sigma}{KP-(K-1)p}$$

Supposons que nous placions, à la suite l'un de l'autre, une série de condenseurs à la même température, et que la concentration de l'alcool évaporé soit telle que tous les produits des condenseurs successifs aient sensiblement la même concentration, que, par suite, K soit sensiblement constant. Admettons, pour simplifier le calcul (ce qui n'a du reste pas d'autre importance), que nos condenseurs soient tellement disposés qu'ils fassent passer chacun à l'état liquide le même poids d'alcool (1). Enfin admettons que la surface totale de condensation est insuffisante pour liquéfier la totalité des vapeurs.

Il est clair que désignant par σ_n et s_n les taux respectifs de l'impureté considérée dans les vapeurs qui échappent du condenseur de rang n, et dans les produits qui s'y sont condensés, nous aurons, sous le bénéfice de l'hypothèse précédente :

$$\sigma_n = \frac{K^n P(P-p)P-2p).\ .\ .\ .\ .[P-(n-1)p]}{[KP-(K-1)p][KP-(2K-1)p].\ .\ .\ .\ .[KP-(nK-1)p]} \times \Sigma$$

et

$$s_n = \frac{K^{n-1} P(P-p)(P-2p).\ .\ .\ .\ .[P-(n-1)p]}{[KP-(K-1)p][KP-(2K-1)p].\ .\ .\ .\ .[KP-(nK-1)p]} \times \Sigma$$

Quelques applications montreront plus nettement la variation de composition des diverses parties condensées. Supposons que notre condenseur le plus chaud soit à la température de 77°,5 et reçoive des vapeurs dont la condensation donnera de l'alcool à 96° Gay-Lussac. Les valeurs de K seront les mêmes que dans

(1) Naturellement leur surface devra aller en croissant à partir de l'origine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la colonne de rectification, ainsi que l'auteur l'a souvent constaté. Admettons que le condenseur soit capable de liquéfier les 6 dixièmes du poids total des vapeurs, et qu'il soit divisé en 10 parties ayant chacune son écoulement propre, et de dimensions telles que chacune condense 6 p. 100 des vapeurs.

Le diagramme (fig. 5) indique comment variera la teneur de chaque lot, le taux initial dans les vapeurs étant pris comme unité.

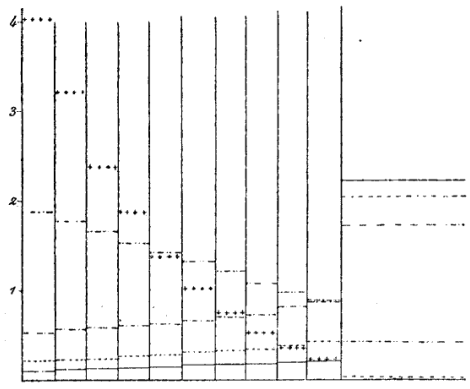


Fig. 5. — Condensation fractionnée à chaud.

On voit que dans la première hypothèse, K = 10, on a amélioré les 6 dixièmes du produit recueilli;

Que dans la deuxième hypothèse, K = 5, on a amélioré les 6 dixièmes du produit recueilli;

Que dans la troisième hypothèse, K = 2, on a amélioré les 3 dixièmes du produit recueilli.

Que dans la quatrième hypothèse, K = 0,5, on a amélioré les 4 dixièmes du produit recueilli;

Que dans la cinquième hypothèse, K = 0,2, on a amélioré les 6 dixièmes du produit recueilli.

La cinquième hypothèse correspond à l'existence de l'alcool amylique ou de l'aldéhyde valérique.

On peut d'ailleurs aller plus loin, en agissant d'une façon artificielle sur le partage entre le liquide et les vapeurs. Il nous est impossible de toucher à la fonction K qui est une constante physique définie, mais nous pouvons faire varier le volume des vapeurs, en faisant dans le condenseur une injection de gaz en un point convenablement choisi. La tension des impuretés se trouvera par le fait même notablement diminuée dans le courant de vapeurs, et par suite les valeurs absolues de σ et de s auront décru, et tout se sera passé en pratique comme si nous avions agi sur la valeur de K pour l'augmenter subitement dans le compartiment du condenseur considéré. Par suite, quand les vapeurs en seront arrivées à ne plus contenir sensiblement que des impuretés de tête, nous pourrons retarder la condensation de celles-ci. Il suffira, pour ne pas perdre d'alcool, d'amplifier les dimensions du réfrigérant final.

En réalité, nous n'employons pas un condenseur unique à haute température, mais plusieurs dont les deux premiers sont l'un à 77°,5, l'autre à 74°,75.

Dans ce deuxième condenseur, on observe les mêmes phénomènes de partage que dans le premier, et comme la valeur de K n'a sensiblement pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

changé, malgré l'abaissement léger de température, les premières parties condensées sont encore remarquablement pures, ce qui augmente encore l'effet utile.

L'appareil représenté fig. 6 est la reproduction d'un rectificateur de labo-

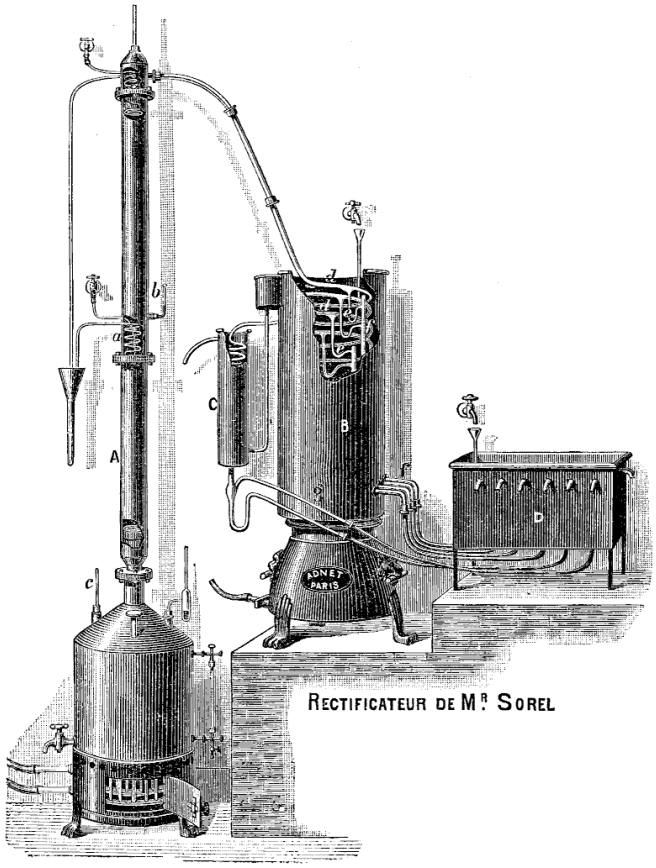


Fig. 6. — Vue de l'appareil à rectifier.

ratoire pouvant fournir à l'heure 5,5 à 6 litres d'alcool à 94°. On voit en *a* le réfrigérant auxiliaire dont il est question ci-dessus, en *b* le thermomètre servant à régler la marche de ce réfrigérant. B est le premier condenseur réglé à 77°,5, il est formé par un serpentin à 10 spires, *dd*...; chaque spire est munie d'une tubulure en **S**, *e;* pour recueillir les produits qui s'y sont condensés, on réunit les diverses prises *e* sur des collecteurs *f*, dans l'ordre suivant 1 et 2

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ensemble, 3,4 ensemble, 5,6,7 ensemble, 8,9,10 ensemble. Dans ces conditions, les volumes d'alcool recueillis par les collecteurs *f* sont sensiblement égaux.

C est le second condenseur chaud; il est simplement alimenté par l'eau chaude sortant du condenseur B. Les vapeurs non condensées en C s'échappent par le tube *g* et se liquéfient à la température ordinaire dans le réfrigérant D, où aboutissent également tous les tubes *f* de façon que tous les produits condensés soient à la température ordinaire.

Résumé et conclusions. — 1° Les résultats fournis par les appareils de rectification sont fonction de trois éléments : le nombre des plateaux, le coefficient de solubilité des impuretés dans l'alcool concentré et bouillant, le rapport $\frac{V}{P}$ du volume de vapeurs au volume des liquides traversant un plateau dans l'unité de temps. Ils ne dépendent pas des températures d'ébullition spéciales à chaque impureté.

2° La solubilité est d'autant plus faible que l'alcool est plus concentré; l'alcool est d'autant plus concentré que le condenseur est plus chaud et plus puissant.

3° Le rapport $\frac{V}{P}$ est d'autant plus grand qu'il y a une plus grande différence de composition entre les liquides de trois plateaux successifs. On doit donc s'attacher à avoir le plus grand nombre de plateaux chargés d'alcool au maximum de concentration. Toute cause de refroidissement : rayonnements, refroidissement artificiel, retour de liquides froids dans les plateaux intermédiaires de la colonne est contraire à une bonne rectification en augmentant la valeur du rapport $\frac{V}{P}$.

4° La rectification discontinue est seule capable de fournir des alcools réellement purs, mais, dans les conditions habituelles, elle est coûteuse, si on lui demande de résoudre à elle seule le problème de la purification complète de l'alcool mis en œuvre. On doit s'efforcer de diminuer par des opérations connexes la proportion de produits à retravailler. L'emploi d'un condenseur auxiliaire permet de retarder l'apparition des produits de *queue*.

5° On peut, par des distillations partielles des *moyens goûts* de *tête* légèrement étendus d'eau, éliminer la majeure partie des produits de *tête*, et remettre en œuvre pour la rectification des alcools sensiblement purs. Cette opération peut se faire presque sans frais dans les usines de distillation au moyen de chaleurs perdues.

6° La condensation fractionnée et progressive à des températures élevées permet de concentrer dans une partie des alcools recueillis les impuretés de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

queue, dans une autre les impuretés de *tête*, et par suite d'augmenter sensiblement la qualité des *moyens goûts* à retraiter, et la quantité d'alcool de *cœur* recueilli à chaque rectification.

ARTS ÉCONOMIQUES

SUR LA SITUATION ACTUELLE DU GAZ AU POINT DE VUE DE L'ÉCLAIRAGE, DE LA VENTILATION ET DE LA PHOTOMÉTRIE, PAR M. AUGUSTE LÉVY, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, INGÉNIEUR DE LA COMPAGNIE PARISIENNE DU GAZ (1).

MESSIEURS,

L'éclairage, en général, est un besoin très caractéristique de l'époque actuelle, et un de ceux qui deviennent des plus exigeants à satisfaire ; on demande la quantité et la qualité, et on les souhaite abondantes, hygiéniques et économiques.

Voici quelques chiffres établis par M. Hippolyte Fontaine concernant les quantités de lumière consommées par an et par habitant, évaluées en bougies décimales-heures, c'est-à-dire en 1/10 de carcel-heure pour les années 1855 et 1889, à Paris.

ANNÉES.	BOUGIES et CHANDELLES.	HUILES		GAZ.	ÉLECTRICITÉ.	QUANTITÉS TOTALES.
		VÉGÉTALES.	MINÉRALES.			
1855.	220	1174	»	2376	»	3765
1889.	190	517	1995	6470	2130	11302
p. 100 pour 1889.	1,6 p. 100	4,5 p. 100	17,7 p. 100	57,3 p. 100	18,9 p. 100	100 p. 100

Comme on le voit, Paris possède actuellement un éclairage artificiel correspondant à une lumière de 11300 bougies-heure par habitant et par an, ou 30 bougies-heure par habitant et par jour. Cet éclairage est, par habitant, trois fois plus intense qu'il y a trente-quatre ans.

Il reste encore énormément à faire dans les industries d'éclairage pour donner satisfaction aux besoins de lumière artificielle. Comme l'a très bien fait remarquer M. Mascart, ces besoins continueront à se manifester jusqu'à ce que l'ensemble des éclairages du soir arrive à égaler la clarté du jour.

D'après les calculs de M. Hippolyte Fontaine, l'éclairement moyen du jour sur les 78 kilomètres carrés de Paris, rapporté à l'habitant, correspondrait à

(1) Communication faite le 27 février 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

116 millions de bougies-heure par an, c'est-à-dire 10 000 fois autant que l'éclairage artificiel total actuel. Le champ est donc pour ainsi dire illimité, et les progrès d'un système ne font que surexciter la demande et servent au développement de tous les éclairages réellement pratiques.

Le gaz est d'un emploi de plus en plus répandu pour la cuisine, le chauffage, la force motrice; mais, sur le terrain de l'éclairage, qui est le seul dont j'aie à vous entretenir aujourd'hui, sa situation est très bonne, tant par les droits acquis dus à son ancienneté, que par les progrès considérables que l'industrie gazière a accomplis depuis une dizaine d'années.

J'examinerai : d'abord (A), les becs de gaz de création récente; puis (B), l'application si intéressante du gaz à l'éclairage et à la ventilation; et enfin (C), quelques résultats photométriques.

A. **BECS DE GAZ**. — Les appareils perfectionnés appartiennent, pour la plupart, à la catégorie des becs à récupération; on peut cependant diviser les nombreuses lampes actuellement en service en trois classes :

1° Becs dans lesquels la température de combustion est augmentée en chauffant l'air d'alimentation, par sa circulation en sens inverse des produits de combustion, dans un appareil appelé récupérateur de chaleur;

2° Becs dans lesquels le gaz porte à l'incandescence une matière donnant une intensité lumineuse supérieure à celle du carbone incandescent en suspension dans la flamme;

3° Becs dans lesquels le gaz voit son pouvoir éclairant augmenté par l'addition d'hydrocarbures riches.

1° **Becs à récupération**. — La théorie des flammes, d'après Davy, rapporte au carbone incandescent la production de la lumière; on en conclut qu'une flamme sera d'autant plus éclairante qu'elle sera plus étendue, tout en restant modérément épaisse. Les gaz riches en hydrocarbures sont donc favorables à la production de la lumière.

La quantité de lumière émise par un corps incandescent augmente très rapidement avec sa température; c'est de cette façon que, pour prendre les deux extrêmes, on sait que le rouge naissant correspond à 500° environ et le blanc éblouissant à 1500°.

La relation qui relie les températures aux intensités lumineuses, malgré de nombreuses recherches, n'est pas encore présentable sous une forme bien nette et simple, mais le fait en lui-même est indéniable.

On a pu se demander s'il n'y avait pas intérêt à chauffer préalablement le gaz pour améliorer les conditions de la combustion; mais, un volume de gaz exigeant six volumes d'air pour se brûler, on voit que l'intérêt de ce chauffage est médiocre, sans compter plusieurs inconvénients qu'offrirait ce chauffage.

Le premier bec à récupération date de 1836; il est dû à un Français, Chaussenot.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Chaussenot expliquait comme suit le principe de son appareil :

« ... En adoptant le principe de la radiation pour chauffer l'air, je savais qu'il était possible de l'échauffer ainsi par voie directe, c'est-à-dire en lui faisant absorber le calorique de l'air brûlé qui aurait servi à la combustion ; mais ce système aurait exigé à la partie supérieure du foyer un appareil métallique plus ou moins volumineux où l'air froid, en entrant dans certaines capacités, aurait absorbé la chaleur transmise par leurs surfaces pour être amené au foyer de combustion. J'ai construit un appareil d'après ce principe, et j'ai observé qu'indépendamment de la construction, beaucoup plus compliquée, plus dispendieuse et moins élégante, ces effets étaient inférieurs à ceux produits par l'appareil à radiation..... »

On peut donc dire que Chaussenot avait pressenti la récupération directe de la chaleur de combustion, bien avant l'apparition du premier bec réalisant ce principe.

Ces idées remarquables sur la récupération ne furent mises en pratique par Chaussenot qu'avec l'appareil à radiation dont voici la description succincte :

Le bec se composait de deux cheminées concentriques ; la cheminée extérieure était fermée par le bas ; l'air extérieur n'arrivait ainsi à la flamme qu'en passant par la partie supérieure entre les deux cheminées, où sa température s'élevait notablement. Cet appareil obtint une récompense de la Société d'encouragement, et les savants de cette Société chargés de l'examiner reconnurent qu'il réalisait une économie de 1/3 de gaz ; toutefois ce bec arrivait avant l'époque où on demandait un éclairage plus intense, et il fut abandonné.

Les becs intensifs ne furent recherchés à nouveau que vers 1877-1878 au moment de l'apparition de la bougie Jablochkoff. Le foyer de 1 400 litres étudié à l'époque par les ingénieurs de la Compagnie parisienne du Gaz avait l'avantage de consommer en un seul foyer une quantité considérable de gaz, grâce à la conjugaison d'un groupe de becs papillons 6/10, et de produire une lumière relativement importante pour le moment de son apparition, environ 13 carcels à raison de 105 litres par carcel.

Un appareil établi sur le même principe a été installé pendant l'Exposition de 1889 dans l'allée conduisant de la Tour Eiffel au Pavillon du Gaz.

Sa consommation était de 4500 litres, et son rendement de 85 litres pour une carcel.

Les becs à récupérateur proprement dits remontent à 1879, date à laquelle Frédéric Siemens étudia un appareil qui a été facilement amélioré depuis comme apparence extérieure, mais non comme rendement lumineux.

Bec Siemens. — Le bec Siemens (fig. 1) est constitué par trois boîtes concentriques A B C. Le gaz arrive par une tubulure inférieure, traverse un régulateur de pression F et se répand dans la chambre A ; il monte jusqu'au bec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proprement dit par les tubes verticaux *m*. La flamme est aspirée dans la cheminée centrale B, et les produits de combustion redescendent, échauffant ainsi les parois de la boîte C par laquelle arrive l'air extérieur, et s'échappent par la cheminée latérale G.

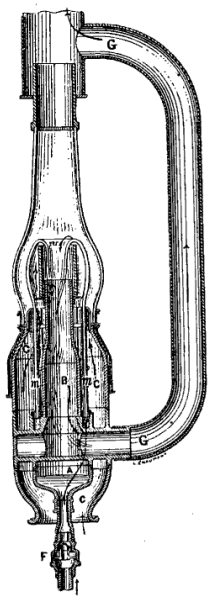


Fig. 1. — Bec Siemens.

Siemens construit plusieurs modèles :

1 de 300 litres avec 15 brûleurs;
1 de 600 litres avec 18 brûleurs;
1 de 800 litres avec 24 brûleurs;
1 de 1600 litres avec 32 brûleurs;
1 de 2200 litres avec 32 brûleurs.

Ces becs n'existent plus à Paris où ils apparurent pour la première fois en 1881, place du Carrousel; puis, en 1882, place du Palais-Royal; et, enfin, 2 becs de 2200 litres fonctionnèrent jusqu'en 1886 sur l'une des voies du Champ-de-Mars.

La Société d'Encouragement accorda en 1883 une médaille d'or au brûleur Siemens.

Nouveaux becs Siemens. — Le nouveau brûleur Siemens à flammes plates date de 1883. Il se compose d'un bec fendu en stéatite *a* dont la flamme, disposée horizontalement (fig. 2), s'élargit en forme de coquille sous un réflecteur percé de petits trous, et d'une ouverture circulaire. L'air de la combustion pénètre par les orifices ménagés dans l'enveloppe extérieure, et se rend au bec après s'être échauffé au contact des parois intérieures et extérieures du récupérateur.

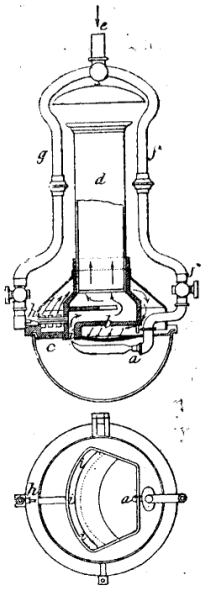


Fig. 2. — Nouveaux becs Siemens.

Les produits de combution s'échappent par l'orifice circulaire du réflecteur, circulent dans le récupérateur et s'échappent par la cheminée *d*.

Le gaz arrive par deux tubes *fg* : l'un *g* alimente une veilleuse qui sert à l'allumage; l'autre *f* sert à l'alimentation du bec, qui est entouré d'une verrine.

Outre ces appareils à un seul bec, il en a été établi avec trois becs papillons.

Ces nouveaux brûleurs Siemens sont d'une apparence extérieure très présentable et d'un excellent rendement, ils ne conviennent guère toutefois qu'aux éclairages intérieurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bec Parisien (**ancien bec Schulke**). — Le bec Parisien est constitué par une série de becs à fente en stéatite montés sur des tubes disposés en quinconce sur un tube central (chandelier) F (fig. 3). Le bec du centre, monté sur le chandelier même, est le *bec de minuit*. Une veilleuse *f* reste allumée constamment. Un robinet à trois voies R permet l'allumage et l'extinction de tous les brûleurs, de la veilleuse et du bec de minuit séparément.

Le tout est enfermé dans une coupe ou verrine en cristal et surmonté du récupérateur.

Ce récupérateur se compose d'une feuille de nickel plissée P, en forme de tronc de cône, au centre duquel se trouve un obturateur K, également en nickel, et dont le but est de forcer les produits de combustion à passer le long des parois du récupérateur.

L'air extérieur pénètre dans la lanterne par les orifices de la galerie ajourée G d'où il se rend directement dans le récupérateur, qu'il traverse avant d'arriver au bec, et aussi par la galerie ajourée G' où il se divise en deux courants, l'un ascendant *m* qui augmente le tirage de la cheminée, l'autre, *n*, descendant, se dirigeant vers le bec.

Les cônes N sont destinés à arrêter les gouttes de pluie. De plus, le récupérateur est entouré d'une couche d'amiante M, destinée à le préserver du refroidissement.

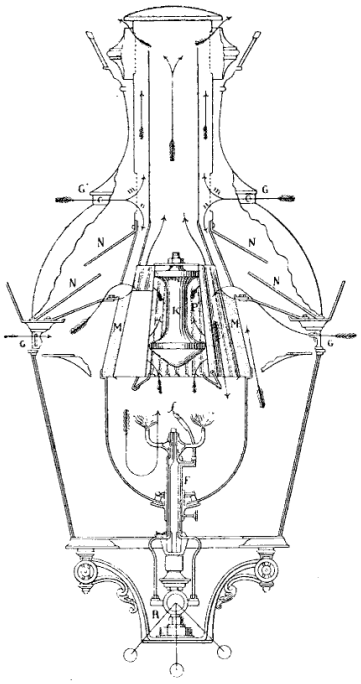


Fig. 3. Bec Parisien.

Il existe cinq modèles de becs Parisiens, consommant 200, 350, 550, 750 et 1 000 litres à l'heure.

Les premières applications de ce bec à Paris remontent à 1886, époque à laquelle il fut installé aux environs des Halles et de l'Hôtel des Postes.

Depuis l'Exposition, il est installé rue de la Paix, où fonctionnent 135 appareils de 150 litres. Il existe environ 500 becs Parisiens en service à Paris actuellement sur la voie publique.

Bec l'Industriel. — Le récupérateur du bec l'*Industriel* (fig. 4) se compose de deux cylindres concentriques A, B en nickel, réunis par des tubes horizontaux C, de même métal, le tout protégé par une double enveloppe de cuivre M.

L'air, arrivant dans la lanterne par la galerie ajourée, se rend dans l'espace L

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entre les parois de la double enveloppe de cuivre M, pénètre par les tubes N dans le récupérateur où il circule autour des tubes C qui l'échauffent, et arrive au bec autour du cylindre intérieur A. Les produits de la combustion remontent dans le cylindre intérieur A, passent dans les tubes horizontaux C et se rendent à la cheminée en passant autour des tubes N entre le récupérateur et la double enve-

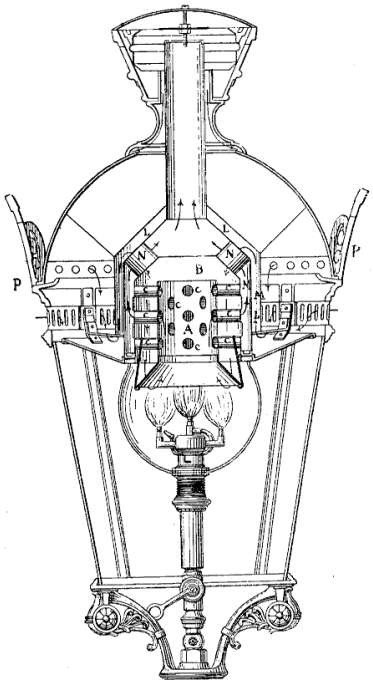


Fig. 4. — Bec l'Industriel.

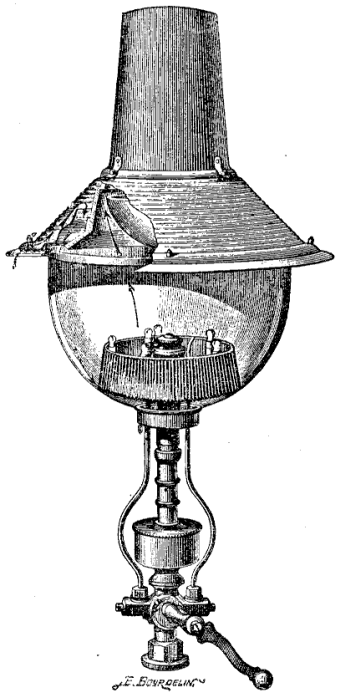


Fig. 5. — Bec Guibout-Giroud.

loppe M. P est un brise-vent destiné à éviter l'arrivée de l'air en trop grande quantité.

Le bec l'*Industriel* se fait sur sept modèles consommant de 200 à 1200 litres de gaz à l'heure. Les premières applications sur la voie publique à Paris, commencée en 1889, place des Victoires, boulevard des Italiens et aux environs de l'Hôtel des Postes, se sont continuées depuis, et il existe environ 500 de ces becs en service à Paris.

Bec Guibout-Giroud. — Le bec *Guibout-Giroud* date de 1884. Les brûleurs de ce bec sont disposés comme ceux du foyer de 1400 litres dit du *Quatre-Septembre*. Ils sont entourés d'un cercle en verre cannelé et enfermés dans une verrine (fig. 5)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur laquelle repose le récupérateur. Celui-ci se compose d'une coupe hémisphérique en terre réfractaire maintenue par une tige métallique au centre d'une cheminée tronconique également en terre réfractaire, que surmonte une cheminée métallique, et recouverte d'une double enveloppe métallique. L'air extérieur pénètre par l'espace vide entre les deux enveloppes métalliques, traverse une crépine qui le tamise, redescend le long des parois de la cheminée, au contact desquelles il s'échauffe, et arrive au bec. Les produits de combustion remontent au centre de l'appareil où ils rencontrent la coupe hémisphérique, qui les répartit sur toute la surface intérieure de la cheminée, et s'échappent par la cheminée métallique.

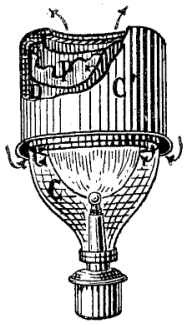


Fig. 6. — Bec Delmas.

Ces appareils ont fonctionné pendant l'Exposition de 1889 sur les candélabres de l'avenue de l'Opéra.

Bec Delmas. — Le brûleur du bec *Delmas* (fig. 6) est un simple bec papillon en stéatite ordinaire enfermé dans une coupe plate ovale C qui supporte le récupérateur. Celui-ci est des plus simples. Il se compose d'une cheminée centrale de même forme que la coupe, entourée d'une tôle ondulée P qui s'arrête un peu en dessous de la partie supérieure de la cheminée; cette tôle est entourée d'une enveloppe D qui vient emboîter la coupe. Enfin une troisième enveloppe C', faisant saillie autour du verre, évite les pertes de chaleur par rayonnement et augmente encore l'échauffement de l'air.

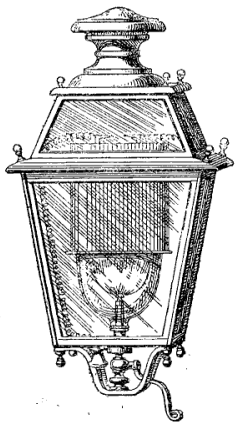


Fig. 7. — Bec Delmas monté dans une lanterne de ville.

L'air extérieur pénètre par l'espace vide entre les enveloppes C'D, redescend le long des ondulations du plissé P, au contact desquelles il s'échauffe et arrive au bec. Les produits de combustion remontent par la cheminée centrale et s'échappent après avoir abandonné une grande partie de leur température aux parois de la boîte intérieure et par suite à l'ensemble du récupérateur.

Le bec Delmas a reçu une très importante application en 1890 à Toulouse, où 2320 becs papillons de 140 litres ont été remplacés par des becs Delmas dépensant 85 litres à l'heure.

La figure ci-dessus (fig. 7) représente un bec Delmas monté dans une lanterne de ville.

Il fallait trouver un système d'allumage fonctionnant de l'extérieur, sans avoir à ouvrir la lanterne. La faible consommation du bec et sa forme simpli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fiée ne permettaient pas d'avoir recours à l'artifice d'une veilleuse permanente. Un allumoir à insufflation d'essence enflammée n'a pas donné de bons résultats pratiques.

La solution du problème a été trouvée dans le système d'allumage électrique que nous allons décrire.

L'allumeur porte en sautoir une boîte (fig. 8) renfermant trois piles sèches au cofferdam, système Germain, et une bobine d'induction ; il tient à la main une perche en bambou, à l'intérieur de laquelle passent les fils conducteurs. Les extré-

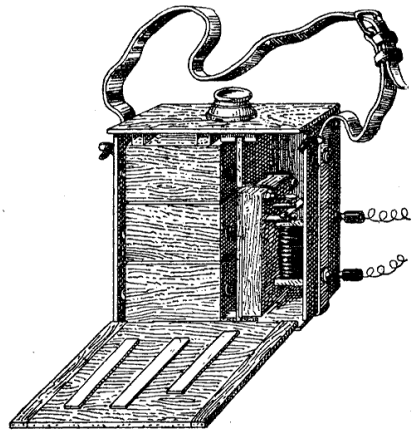


Fig. 8. — Boite portée en sautoir par l'allumeur.

Fig. 9. — Perche pour l'allumage du bec Delmas.

mités inférieures des fils, dépassant de $0^m,20$ environ le pied de la perche, sont reliées à la boîte par deux fiches de prise de courant.

A la partie supérieure, la perche porte une douille avec deux contacts (fig. 9), que l'allumeur introduit dans la cloche en porcelaine fixée au bas de la lanterne. De cette cloche partent deux fils conducteurs qui viennent donner une étincelle entre deux fils de platine montés sur une pièce en bronze à la partie supérieure de l'appareil.

Les becs à récupération que nous venons d'étudier jusqu'ici sont destinés surtout à l'éclairage public. Nous allons maintenant examiner quelques types employés plus spécialement à l'éclairage intérieur.

Lampe Wenham. — Un des appareils les plus répandus est la lampe Wenham.

Lampe Wenham ancienne. — Les premières lampes Wenham étaient loin d'offrir la simplicité qu'elles présentent aujourd'hui.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure ci-contre (fig. 10) donne la coupe d'une de ces lampes.

Le récupérateur se composait de deux cylindres en fonte A B, réunis par des tubes horizontaux *c*.

L'air frais pénétrait par les tubes horizontaux *c*, à l'entrée desquels se trouvait une tôle perforée I destinée à tamiser et à diviser l'air.

Le gaz, arrivant par le tube central D, se répandait dans une boîte E, dont la forme est suffisamment indiquée sur le dessin et disposée au milieu du cylindre A.

L'air, à la sortie des tubes *c*, descendait dans le cylindre A jusqu'à la boîte E

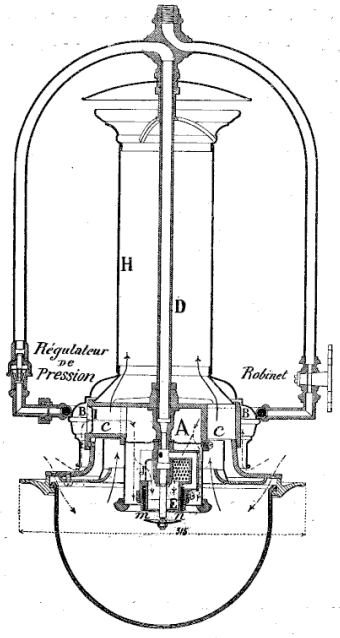


Fig. 10. — Lampe Wenham (ancienne).

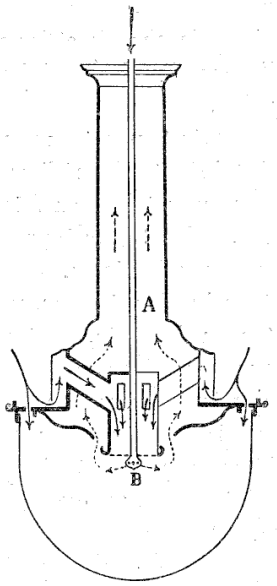


Fig. 10 *bis*. — Lampe Wenham modifiée.

où il se divisait en deux courants, l'un descendant directement, l'autre se répandant dans le vide laissé par la boîte E, après avoir traversé une tôle de nickel perforée J.

On voit donc que le gaz, venant brûler en couronne en *m*, *n*, se trouvait ainsi entre deux courants d'air chaud. Les produits de combustion remontaient par l'espace annulaire entre les cylindres A et B, circulaient autour des tubes *c* qu'ils échauffaient et s'échappaient par la cheminée H. Cette lampe a été tout récemment modifiée en même temps que perfectionnée et simplifiée.

Lampe Wenham modifiée. — La figure 10 *bis* ci-dessus donne la coupe de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette lampe. Le brûleur B est un bouton en stéatite percé d'une couronne de trous circulaires, fixé à l'extrémité du tube d'arrivée du gaz A, au centre du récupérateur.

Celui-ci est constitué par deux cylindres concentriques en fonte, reliés par des tubes parallélipipédiques de section presque carrée disposés en quinconce et inclinés sur l'axe du système.

L'air, arrivant de l'extérieur, traverse les tubes pour se rendre dans le cylindre intérieur d'où il redescend vers la flamme. Les produits de combustion remontent par l'espace cylindro-annulaire, entre les deux cylindres, et s'échappent par la cheminée après avoir considérablement échauffé les conduits parallélipipédiques dans lesquels passe l'air froid pour se rendre au bec.

L'inclinaison de ces conduits constitue le dernier perfectionnement apporté à la lampe Wenham. Cette disposition a pour effet d'augmenter considérablement les surfaces de chauffe et les sections d'évacuation des produits de combustion.

Le récupérateur est surmonté d'une cheminée et enfermé dans une enveloppe en métal ou en faïence artistique, qui se prête à presque tous les genres de décors.

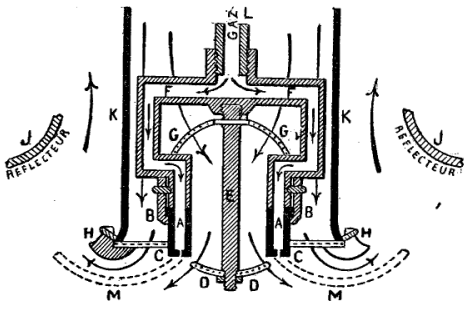


Fig. 11. — Lampe Sée.

Autour du récupérateur, entièrement venu de fonte, se trouve une couronne faisant corps avec lui et percée d'une rangée de petits trous. Cette couronne supporte la verrine, et l'air extérieur, pénétrant par les orifices, a pour but d'empêcher une trop grande élévation de la température à l'intérieur du verre en même temps qu'elle influe sur la forme et l'épaisseur de la flamme.

Lampe Sée. — La lampe *Sée* présente une grande analogie avec l'ancienne lampe Wenham. — Le gaz se répand, comme le montre la figure 10, dans une boîte cylindrique CCFF autour de laquelle circule l'air. Le gaz, qui brûle en couronne en CC, est donc entre deux courants d'air chaud, comme l'indiquent les flèches. Dans la lampe Sée, la coupe est percée, au sommet, d'un trou rond fermé par une bille de verre. — Pour faire l'allumage, on soulève la bille avec l'allumoir que l'on approche jusqu'au bec et qu'on retire ensuite. La bille revient d'elle-même fermer l'orifice de la verrine.

Lampe Ezmos. — Supposons que dans la lampe Wenham les conduits parallélipipédiques soient horizontaux et remplacés par des cylindres, nous aurons la lampe Ezmos que représente d'ailleurs la figure ci-contre (fig. 12).

Lampe Lebrun-Deselle. — Le récupérateur de la lampe *Lebrun-Deselle*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est composé, comme celui de la lampe Ezmos, par deux cylindres verticaux concentriques réunis par des conduits cylindriques horizontaux. Mais, dans cette lampe, le gaz ne traverse plus le récupérateur. Il brûle à l'extrémité d'un chandelier supportant un bouton en stéatite percé de trous et placé dans l'axe du récupérateur. La verrine, qui supporte en partie le poids du récupérateur, est munie, en bas, d'un trappillon en métal que l'on ouvre pour l'allumage. Dans cette lampe le gaz n'est donc pas chauffé avant sa combustion, comme dans la lampe Wenham.

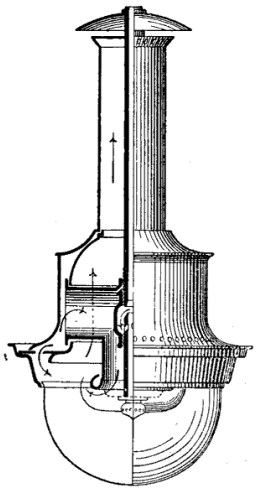


Fig. 12. — Lampe Ezmos.

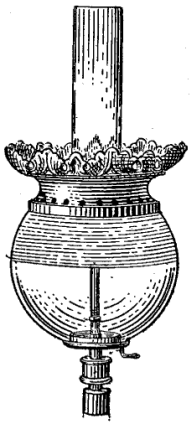


Fig. 13. — Lampe Lebrun-Deselle.

Lampe Danischewski ancienne (fig. 14). — La lampe *Danischewski* est une des premières lampes à récupération de fabrication fran-

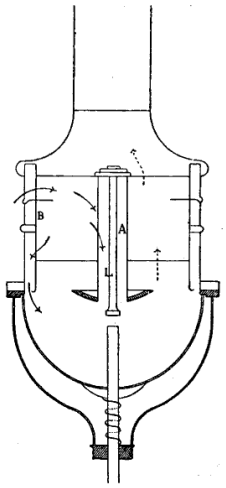


Fig. 14. — Lampe Danischewski (ancienne).

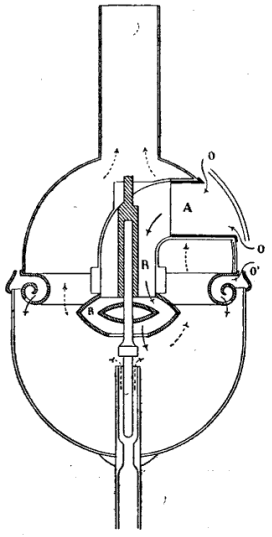


Fig. 15. — Lampe Danischewski (nouvelle).

çaise. Son récupérateur est encore constitué par deux cylindres A et B réunis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par des boîtes parallélipipédiques de même hauteur que le cylindre intérieur A. A la base du cylindre intérieur se trouve fixée une coupe en terre réfractaire, qui a pour but d'épanouir la flamme et de diriger les produits de combustion sur toute la surface du récupérateur.

Une des particularités de la lampe Danischewski est de n'avoir pas de bec. Le gaz vient déboucher à gueule bée à l'extrémité d'un tube situé exactement dans l'axe du récupérateur. La tige centrale L sert à centrer le tube d'arrivée du gaz.

Le parcours de l'air et des produits de combustion dans le récupérateur se fait comme dans les lampes décrites précédemment.

Lampe Danischewski nouvelle (fig. 15). — Cette lampe a été étudiée en vue de supprimer l'inconvénient, souvent reproché aux lampes à récupération, de projeter toute la lumière vers le bas. Elle est toute en verre, à l'exception d'un conduit central R dans lequel vient déboucher un conduit cylindrique horizontal A amenant l'air extérieur par les orifices O. Le conduit A est échauffé par les produits de combustion qui circulent tout autour avant de se rendre à la cheminée.

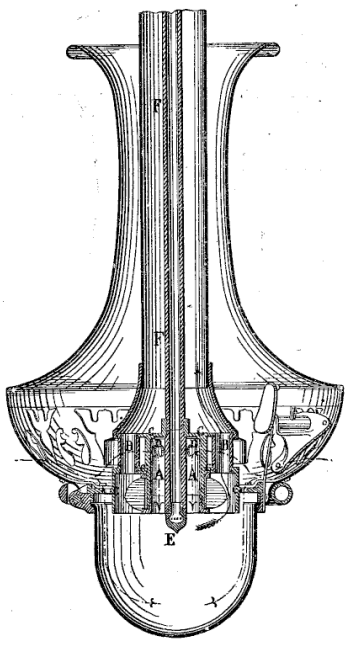


Fig. 16. — Lampe Cromatie (ancienne).

L'air, qui pénètre par les orifices O', se rend dans la verrine pour la refroidir et donner en même temps à la flamme une forme hémisphérique.

Le conduit central R est terminé par une boîte en terre réfractaire constituée par deux calottes sphériques superposées et soumise à la chaleur de la flamme.

Le chandelier, qui supporte le bec, est recouvert d'une enveloppe cylindrique percée de trous intérieurement et extérieurement à la verrine, ce qui assure une arrivée d'air dans la coupe par le bas.

Lampe Cromatie ancienne. — Le récupérateur de cette lampe diffère de ceux examinés jusqu'ici. Il se compose d'un cylindre en fonte, vertical, autour duquel sont rangés une série de tubes verticaux B réunis par deux plaques de fonte C, C'.

L'air froid passe dans les vides, entre les tubes verticaux B, et arrive par les orifices circulaires D dans le cylindre A et de là au brûleur E.

Les produits de combustion remontent par les tubes verticaux B qu'ils échauffent, jusque dans la cheminée F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De même que dans la lampe Wenham, le tube d'alimentation du gaz traverse le récupérateur. Le brûleur est un bouton en stéatite.

Lampe Cromatie nouvelle (fig. 17). —Le récupérateur, des lampes Cromatie construites actuellement se compose de deux cloches concentriques en fonte A, B. Le tube d'alimentation du gaz, G, est au centre de la cloche intérieure, percé d'orifices, par lesquels arrive l'air extérieur qui descend au brûleur E. Les produits de combustion passent dans l'espace annulaire entre les deux cloches et s'échappent par la cheminée. C'est là un type de récupérateur des plus simples et des plus robustes.

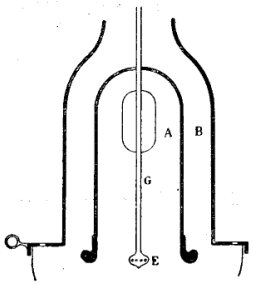


Fig. 17. — Lampe Cromatie (nouvelle).

Il existe encore beaucoup d'autres lampes à récupération.

La lampe Rouennaise, la lampe Champion, Sée Vouters, Delhaise, Westphale, Sicfert, etc., mais elles ne diffèrent que par des détails de construction, de celles que j'ai décrites plus haut.

Dans les lampes à récupération, les sections d'arrivée de l'air comburant et de départ des produits de combustion sont équilibrées entre elles pour une consommation de gaz déterminée.

Il s'ensuit que toute variation dans la consommation de gaz est nuisible au fonctionnement de l'appareil ; si la lampe brûle trop de gaz, la combustion est incomplète par suite du manque d'air en quantité suffisante, et il se produit du noir de fumée qui obstrue les canaux d'évacuation ; si la lampe ne reçoit pas assez de gaz, le pouvoir éclairant diminue beaucoup plus vite que la dépense en gaz.

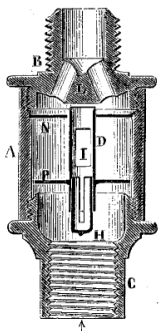


Fig. 18. — Régulateur Bablon.

Toute lampe à récupération, et en général tout appareil d'éclairage au gaz, doit donc être muni d'un régulateur destiné à assurer l'arrivée régulière du gaz en quantité normale.

Les rhéomètres sont secs ou humides. Je citerai comme rhéomètre sec le régulateur Bablon (fig. 18) : Une boîte cylindrique A renferme un petit tube creux I sur le milieu duquel est fixée, normalement à son axe, une petite rondelle. L'extrémité de ce tube, au-dessus de la rondelle, porte une fente d'une largeur déterminée. Enfin, un morceau de tube entre à frottement dur dans cette extrémité et porte également une fente semblable à celle du tube extérieur. Selon que le tube enfonce plus ou moins, l'orifice d'écoulement du gaz, représenté par l'espace libre entre les deux fenêtres, est plus ou moins grand.

L'extrémité du tube s'engage de plus dans l'orifice de sortie du gaz ménagé à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la partie supérieure de la boîte. La pression du gaz soulève le flotteur d'autant plus qu'elle est plus grande ; l'orifice d'évacuation est donc par suite plus ou moins fermé, et la pression reste constante.

En effet, soit S la surface du disque, h la pression au-dessous, h' la pression au-dessus, P le poids du disque.

L'équation d'équilibre est :

$$P = S\,(h - h').$$

$h - h'$ est la pression qui détermine la consommation de gaz. Elle est constante et égale à $\frac{P}{S}$.

Parmi les régulateurs humides, je citerai les régulateurs *Giroud* et les régulateurs *Parsy-Derval*.

Le régulateur *Giroud*, à glycérine, se compose (fig. 19) d'une boîte cylindrique

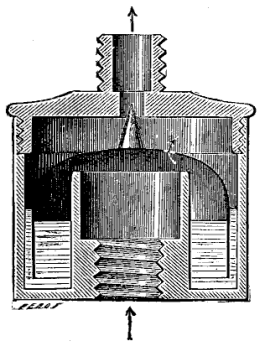


Fig. 19. — Régulateur Giroud.

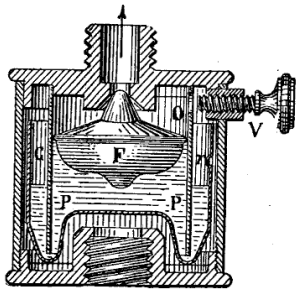


Fig. 20. — Régulateur Parsy-Derval.

renfermant une cloche très légère percée d'un trou à la partie supérieure et surmontée d'un petit cône. La cloche, dont le poids est calculé suivant la densité du gaz, repose sur un bain de glycérine, et le petit cône s'engage dans l'orifice de sortie du gaz. Celui-ci arrive sous la cloche qu'il soulève plus ou moins, selon la pression, et s'échappe par la petite ouverture ménagée dans la cloche ; mais à mesure que cette dernière se soulève, l'orifice d'évacuation du gaz est plus ou moins obstrué par le petit cône. La cloche joue le rôle du disque dans le régulateur Bablon.

Régulateur Parsy-Derval. — Dans ce régulateur, le gaz exerce sa pression sur un bain d'huile renfermé dans deux vases communiquants C, P concentriques. Le vase intérieur contient un flotteur F sur lequel agit également la pression du gaz qu'on laisse pénétrer dans ce vase en donnant plus ou moins d'ouverture à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'orifice latéral O par lequel il pénètre. Le gaz s'échappe donc à la pression constante représentée par la différence du niveau du liquide dans les deux vases.

2° Nous allons examiner maintenant les becs dans lesquels le gaz porte à l'incandescence une matière donnant une intensité lumineuse supérieure à celle du carbone incandescent.

Nous n'examinerons que trois becs, systèmes Sellon, Clamond et Auer.

Bec Sellon. — Le bec *Sellon* se compose d'un brûleur de Bunsen portant à l'incandescence une mèche en toile de platine iridiée.

Cette mèche doit être remplacée toutes les cinquante heures, ou alors la flamme devient rouge. De plus, il est nécessaire que le mélange d'air et de gaz soit de 1 volume de gaz pour 5,7 d'air environ, afin d'assurer le fonctionnement parfait du bec. Le bec Sellon donne la carcel avec 75 litres (mèche neuve) ou 130 litres (mèche usée).

Bec Clamond. — L'ancien bec *Clamond* (fig. 21) se compose d'un bec circulaire à trous et à double courant d'air C dont la flamme porte à l'incandescence un panier P, de magnésie filée, posé sur le bec.

Cet appareil est renfermé dans un verre formant cheminée, entouré d'une deuxième coupe, rappelant ainsi la disposition du bec Chaussenot.

L'air d'alimentation n'arrive ainsi au bec qu'après s'être échauffé au contact du verre intérieur.

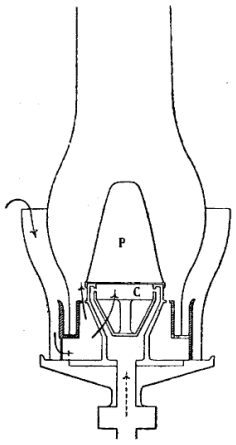


Fig. 21. — Bec Clamond (ancien).

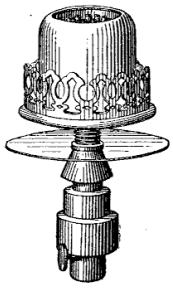


Fig. 22. — Bec Clamond (nouveau).

Depuis quelque temps, la Société « l'Énergie », qui exploite les becs Clamond, les a perfectionnés. C'est ainsi que le bec circulaire C a été remplacé par une rangée de petits brûleurs de Bunsen qui portent la corbeille de magnésie à l'incandescence (fig. 22).

De plus, le rendement lumineux des becs Clamond a été amélioré par une nouvelle disposition dans laquelle les mèches sont renversées et soutenues par une légère ossature en fil métallique, en dessous d'un récupérateur de chaleur analogue à celui des lampes à récupération.

Bec Auer. — Le bec à incandescence du docteur *Auer von Welsbach* (fig. 23) se compose d'un brûleur de Bunsen, portant à l'incandescence une mèche de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tulle imbibée de chlorure de zircone, mélangée à des oxydes de lanthane et autres métaux.

Le mélange d'air et de gaz se fait dans la proportion d'environ 2 lit. 8 d'air

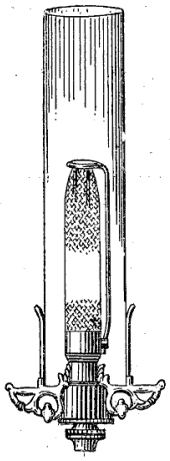


Fig. 23. — Bec Auer.

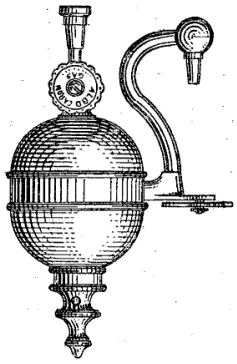


Fig. 24. — Bec albo-carbon.

pour 1 de gaz, soit la moitié de la quantité d'air nécesssaire à la combustion complète du gaz.

Le bec Auer présente une grande facilité de montage et se substitue très simplement aux becs ordinaires des appareils existants.

3° Je dirai enfin un mot des becs dans lesquels le pouvoir éclairant du gaz est augmenté par l'addition d'hydrocarbures riches.

Une condition s'impose à l'introduction dans le gaz de vapeurs d'hydrocarbures riches, il faut que cette introduction se fasse tout près du point d'inflammation, autrement les vapeurs se condensent et donnent lieu à des engorgements.

Dans la série des becs à carburation, nous ne citerons qu'un seul type, l'*albo-carbon* (fig. 24).

C'est un bec à fente ordinaire placé devant une boule métallique renfermant des crayons d'albo-carbon.

Le gaz traverse la boule et se charge des vapeurs de naphtaline avant d'arriver au bec, qui échauffe d'ailleurs la boule et la naphtaline qu'elle renferme. Cette matière fond à 80°.

La flamme de l'albo-carbon est blanche, très fixe et d'un très bel éclat.

(*A suivre.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINES

FONÇAGE DES PUITS DE NAPHTE, PAR M. VASSILIEF

L'industrie du naphte a commencé dans l'Amérique du Nord vers 1857; elle s'est développée si rapidement qu'il existe aujourd'hui environ 25 000 puits dans ce pays. On n'a foncé le premier puits en Russie qu'en 1871; depuis on en a creusé environ 500, dont 200 seulement sont en exploitation; on en retire annuellement 2 millions de tonnes de naphte.

Les premiers puits ont été foncés dans les environs de Bakou, d'abord à bras d'homme, puis avec des machines ainsi qu'on le fait aujourd'hui. Cette industrie s'exerce exclusivement dans la plaine de Balakhani-Sabountchin, à 11 kilomètres de Bakou. Cette plaine s'étend sur une surface de 7 kilomètres carrés au pied du volcan Bogo-Boga et est semée de puits de naphte et de carrières d'asphalte.

Le terrain est formé de couches d'argile diversement colorées, de sable et de grès. Le naphte se trouve dans certaines couches de sable, et d'autres couches renferment de l'eau salée. Les couches de sable à naphte ont une inclinaison de 20 degrés et elles affleurent quelquefois le sol; les puits voisins de ces affleurements ne donnent jamais un produit aussi abondant que celui des puits plus éloignés et la densité du naphte de ces derniers est plus faible.

Les puits sont toujours étroits et profonds et aboutissent à une couche de sable à naphte. En Amérique, il existe des puits qui n'ont que $0^m,15$ de diamètre et 1 000 mètres de profondeur. En Russie, ils ont $0^m,25$ à $0^m,30$ de diamètre et jusqu'à 300 mètres de profondeur. Le fonçage des puits près de Bakou s'opère de deux manières : à la tige ou à l'américaine. Le premier procédé est ainsi appelé parce que les outils employés au creusage sont fixés à l'extrémité d'une tige en fer carrée formée de parties de $6^m,40$ à $8^m,50$ de longueur et de $0^m,025$ à $0^m,037$ de côté vissées bout à bout. Dans le procédé américain, on remplace la tige par un câble qui se déroule au fur et à mesure de l'avancement. On emploie de préférence à Bakou le procédé à la tige, et le système américain n'est employé que par la Société Nobel.

On commence par élever sur l'emplacement choisi une sorte de tour carrée en bois de $6^m,40$ de côté à la base et de 15 à 17 mètres de hauteur. Le sommet n'a que $2^m,13$ de largeur; on y fixe solidement deux poutres supportant entre elles deux poulies, l'une portant une chaîne qui sert à soulever la tige et les autres instruments, et l'autre portant le câble qui sert à porter les appareils de nettoyage du puits. On construit à côté un bâtiment pour la machine et le magasin.

On élève sur le sol à l'intérieur de la tour une construction cylindrique de 6 à 12 mètres de hauteur dit puits foreur. Elle est formée de plusieurs couronnes ou semelles en bois reliées entre elles par de fortes planches; en son milieu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on établit un tube en tôle de 7 millimètres d'épaisseur et de $0^m,45$ de diamètre qu'on enfonce dans le sol jusqu'à rencontrer une couche d'argile ou de pierre; alors on fixe ce tube à l'intérieur des semelles du puits foreur au moyen de cadres faits de solives assemblées. Ce tube porte le nom de « matrice » ; on s'efforce de l'établir bien vertical, car de cette condition dépend la réussite des travaux ultérieurs.

Après l'établissement de la matrice, on commence le fonçage. Il y a plusieurs systèmes de tiges forantes et d'outils que l'on emploie selon la nature des terrains rencontrés. La partie principale de ce système consiste en un balancier et deux treuils dont l'un porte la chaîne et l'autre le câble qui reçoit la cuillère. Les manœuvres de ces trois appareils sont indépendantes les unes des autres.

Si le sol est formé de sable ou d'argile, on creuse au moyen de la tarière. Cet outil a la forme d'un cylindre en tôle forte fendu suivant une arête; à sa partie inférieure sont fixées une ou deux lames de fer légèrement recourbées vers le bas. On visse la tarière au bas de la tige et on la descend dans la matrice. On tourne alors avec des clefs la tige suspendue à la chaîne; la rotation se fait dans le sens où les lames de fer attaquent le terrain et la tige s'enfonce peu à peu. Lorsque la manœuvre devient difficile, on retire la tige pour nettoyer l'outil. Le forage se fait ainsi à bras, mais la descente et la montée de la tige s'opèrent mécaniquement par l'action des treuils mus à la vapeur.

Dans un terrain dur comme de l'argile bleue, le grès, la pierre, on creuse au ciseau. On fixe cet outil à l'extrémité d'une tige pesant 7 à 800 kilogrammes, vissée à l'instrument dit « à chute libre de Fabien » qui est lui-même vissé à l'extrémité de la tige forante. La partie supérieure de cette dernière se fixe au balancier. L'instrument de Fabien est fait de telle manière que dans le mouvement élévateur du système il saisit le ciseau avec sa tige, et lorsque le balancier atteint le sommet de sa course, il le laisse retomber de tout son poids sur le fond.

L'appareil donne 40 à 45 coups à la minute et l'approfondissement se fait peu à peu verticalement et dans la forme cylindrique. Le mouvement de rotation de cet outil pendant la manœuvre est donné à la main et exige un ouvrier bien exercé. Lorsque ce mouvement est devenu difficile par suite de l'accumulation des débris de roche, on nettoie le fond. Cette opération se fait au moyen d'une cuillère que l'on descend avec un câble enroulé sur le second treuil de l'appareil.

La cuillère a la forme d'un seau long et étroit muni à la partie inférieure d'un clapet ouvrant de bas en haut ; on la fixe ordinairement à une certaine longueur de tige forante pour augmenter son poids et on la descend dans le puits rapidement. Elle se remplit de la boue formée par les débris, le naphte et l'eau de suintement et on la remonte. On emploie, pour épuiser la boue presque liquide, la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cuillère américaine, qui agit comme une pompe aspirante pendant le mouvement d'ascension de l'appareil. Le diamètre de la cuillère ordinaire est de $0^m,05$ à $0^m,15$ inférieur à celui du puits et celui de la cuillère américaine est de $0^m,15$ à $0^m,20$ inférieur à ce même diamètre. Quelquefois le nettoyage du fond exige même l'emploi de la tarière et de toute la longueur de la tige forante. On avance en moyenne de 2 mètres par jour dans ce fonçage.

En Amérique, les puits forés jusqu'à 1000 mètres dans le grès conservent leurs parois solides sans revêtement, mais à Bakou, les argiles et les sables que l'on traverse sont moins solides et ont besoin d'être revêtus. On emploie pour cela des tubes en tôle de 4 à 7 millimètres d'épaisseur formés d'anneaux de $1^m,5$ de longueur et de $0^m,25$ à $0^m,40$ de diamètre.

A la partie supérieure des anneaux de ce tube on fixe un manchon percé de 80 à 150 trous, suivant son diamètre, et la partie inférieure de l'anneau est percé d'un même nombre de trous correspondant verticalement à ceux du manchon. Après un premier approfondissement du puits de 2 mètres environ, on descend un anneau du tube, on fixe son manchon au moyen d'un collier en fer (en opérant à la hauteur du plancher du puits foreur); après un deuxième approfondissement, on place un deuxième anneau dans le manchon du premier en le rivant; puis on reprend le creusement et on continue le revêtement de la même manière.

La rivure se fait de la manière suivante: on descend dans le tuyau une espèce d'enclume composée de deux demi-cylindres en fonte ou en forte tôle épousant la forme intérieure, on les serre contre le tuyau au moyen d'une vis ou de coins chassés de côté au marteau. On fixe l'enclume au moyen de fortes tringles de fer d'une longueur telle que lorsque la petite traverse de bois sur laquelle elles sont repliées est placée sur le bord supérieur du tube, l'enclume arrive juste au droit des ouvertures correspondantes du tube et du manchon; alors on serre les coins et on place les rivets qui ont 1 centimètre de diamètre et 2 centimètres de longueur et qui sont renflés à une extrémité; on place cette extrémité extérieurement sur les deux trous correspondants du tube et du manchon; on chasse le rivet à l'intérieur et les coups de marteau forment une tête à l'extérieur. On fixe ensuite un collier à la partie supérieure de l'anneau ainsi rivé et on le descend dans le puits, puis on nettoie le fond et on continue le creusage.

Il convient de faire observer ici que le diamètre du tube portant le ciseau a $0^m,025$ à $0^m,037$ de moins que le diamètre des tubes de revêtement, de manière que ces derniers ne descendraient pas facilement dans le puits; pour obvier à cet inconvénient, on place au-dessus du ciseau un outil élargisseur; le plus communément employé est celui de Kunda. Cet outil consiste en deux burins placés latéralement que les mouvements du ciseau tendent à soulever en découpant une tranche annulaire de terrain de $0^m,05$ de largeur de chaque côté du tube. De cette manière le puits creusé par le ciseau se trouve élargi de $0^m,10$ en diamètre et les tubes peu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vent descendre facilement. Il y a lieu d'ajouter que la tige portant le ciseau est munie de guides de direction qui l'obligent à descendre en glissant verticalement le long des tubes.

A mesure de l'approfondissement du puits, la descente des tubes devient de plus en plus difficile en raison des débris de roche qui serrent les tubes contre le terrain et on est obligé d'employer des crics pour les faire descendre. Lorsque ce moyen est devenu insuffisant et que l'on n'est pas encore arrivé au naphte, on descend à l'intérieur du puits un second tube d'un diamètre de $0^m,05$ inférieur au premier, et au besoin, après un nouvel arrêt du travail, on descend un troisième tube. On termine ordinairement les puits à Bakou, après un troisième tubage.

On continue en général le fonçage jusqu'à produire une fontaine de naphte, c'est-à-dire un débordement du liquide par-dessus le bord supérieur du puits. Il faut avoir pour cela traversé deux ou trois couches de terrain baigné de naphte : alors le volume du liquide augmente peu à peu avec un dégagement abondant de gaz hydrocarboné et le niveau s'élève dans le puits jusqu'à ce que le liquide se déverse lentement au dehors ou jaillisse avec violence. Le plus souvent, cependant, le niveau s'arrête à quelques mètres au-dessous du niveau du sol ; dans ce cas, on épuise le naphte pendant un ou deux jours, et si son niveau ne baisse pas, on considère le puits comme terminé. Alors on enlève de la tour l'établi de fonçage et on y installe un treuil d'épuisement qui consiste en un cylindre en bois ou en fer creux de $0^m,08$ de diamètre dont les tourillons reposent sur deux forts chevalets et qui porte deux poulies, l'une fixe et l'autre folle. Les poulies sont actionnées par la machine.

Sur le treuil est enroulé un câble qui passe sur la poulie placée en haut de la tour, et qui porte la cuillère destinée à remonter le naphte.

Cette cuillère a la forme d'un seau long et étroit dont le fond est muni d'un clapet s'ouvrant de bas en haut ; il peut contenir un poids de naphte de 160 à 190 kilogrammes et sa longueur atteint jusqu'à 10 mètres. On établit au-dessus du puits une grande cuve en bois munie d'une soupape de fond correspondant à l'ouverture du puits et fermée par une targette manœuvrée par l'homme placé au treuil.

L'épuisement se fait de la manière suivante : lorsque la courroie motrice du treuil est placée sur la poulie folle, la cuillère descend dans le puits par son propre poids ; elle s'y remplit ; alors on place la courroie sur la poulie fixe, le câble s'enroule autour du treuil et remonte la cuillère qui passe par l'ouverture de la cuve ; on ferme la soupape de la cuve et on fait descendre la cuillère sur cette soupape ; un taquet placé sous le clapet de la cuillère fait soulever celle-ci et le naphte s'écoule dans la cuve d'où il se rend par une conduite en bois dans des réservoirs où il dépose le sable et l'eau qu'il contient ; de là il passe dans d'autres réservoirs d'approvisionnement, où il est repris par de petites pompes qui le déposent dans les réservoirs de la station principale de distribution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les réservoirs de dépôt ne sont pas indispensables parce que le naphte contient encore une grande quantité de sable et d'eau. Quelquefois il contient 50 à 75 p. 100 d'eau et plus. Le travail d'épuisement se continue jour et nuit sans aucune période d'arrêt.

La production moyenne journalière d'un puits de naphte est de 40 000 kilogrammes; quelques-uns donnent seulement 11 000 à 16 000 kilogrammes; d'autres ont donné pendant 12 ans 130 000 à 160 000 kilogrammes par jour. Certains puits ont vu leur production aller en augmentant et d'autres en diminuant jusqu'à se tarir complètement; quelques-uns sont épuisés d'une manière intermittente.

Lorsque les fontaines de naphte se produisent au commencement d'un fonçage, elles durent ordinairement moins longtemps que lorsque le fonçage est plus profond. Le phénomène des fontaines jaillissantes est produit par la grande pression des gaz hydrocarbonés; cette pression atteint quelquefois 20 à 30 atmosphères et la gerbe jaillissante a atteint jusqu'à 106 mètres de hauteur. En 1883, une fontaine jaillissant d'une profondeur de 128 mètres rejeta toute la tige forante du puits qui passa au travers de la tour.

Les fontaines de naphte se distinguent des fontaines d'eau en ce que la gerbe ne semble formée que de vapeur et est couronnée par un nuage d'un brun rougeâtre que le vent transporte à des dizaines de kilomètres et qui retombe en pluie recouvrant tout ce qu'elle rencontre d'une mince couche de naphte. Il jaillit en outre des puits une énorme quantité de sable, d'argile et de pierres atteignant parfois le poids de 30 kilogrammes, qui renverse et disperse quelquefois tout l'atelier de fonçage. Ces fortes éruptions sont accompagnées de puissants grondements souterrains et de tremblements de terre locaux. Le sable forme en très peu de temps des collines autour du puits, et le naphte se répandant en torrents vient noyer toutes les parties basses et former des lacs. Il arrive que la tour de fonçage se recouvre de 7 à 8 mètres de sable et que, pour diriger le courant de naphte dans une direction déterminée et le débarrasser du sable, on soit obligé d'employer 100 à 200 ouvriers travaillant sans arrêt jour et nuit.

On renonça pendant longtemps à arrêter les fontaines et on se résignait à les laisser s'épuiser d'elles-mêmes, lorsque Bengston inventa sa cloche régulatrice du courant et rendit par là un signalé service au pays, en sauvant des millions de kilogrammes de naphte d'une perte certaine. Il est arrivé cependant que cette cloche a été insuffisante en raison de la forte proportion de 50 à 60 p. 100 de sable qui a une grande force destructive : ainsi une cloche de 5 centimètres d'épaisseur a été détruite en trois jours, un plancher de rails a été percé en un jour. Il semble que rien ne puisse arrêter ces fontaines; on a essayé dernièrement une sorte de bouclier mobile pour faire dévier le courant de la direction verticale, ce qui n'a pas empêché une fontaine de recouvrir entièrement plusieurs maisons à un étage et de perdre une grande quantité de naphte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins la cloche de Bengston est très utile pour les petites fontaines, elle permet d'ouvrir et d'arrêter le courant et de diriger le naphte par des tuyaux dans des fosses ou dans des lacs d'où on peut le reprendre au moyen de pompes. Une forte fontaine peut donner par jour 3 à 5 000 tonnes de naphte et former d'immenses lacs qui nécessitent beaucoup de pompes pour les épuiser. Il arrive souvent que l'ardeur du soleil de Bakou pompe le naphte de ces lacs et ne laisse que de la boue.

Tout le naphte puisé dans la plaine de Balakhani-Sabountchin est envoyé aux usines de Bakou par treize conduites de 13 kilomètres chaque. La valeur d'un puits varie de 50 à 60 000 francs. On peut estimer le bénéfice moyen de l'extraction à 4 centimes les 100 kilogrammes. Le prix courant varie de 20 à 25 centimes les 100 kilogrammes, mais à la production d'une nouvelle fontaine il tombe à 12, 6 et même 3 centimes.

La Société Nobel emploie tantôt le procédé de fonçage à la tige et tantôt le procédé américain, ou encore le procédé gallicien, dit de Fauvel. Ce dernier présente plusieurs avantages. Les tiges sont creuses et on y envoie un courant d'eau de haut en bas au moyen d'une pompe; cette eau délave les débris produits par le ciseau et les entraîne à la partie supérieure du puits.

Ce procédé, facilitant le nettoyage du fond, abrège quelquefois des deux tiers la durée du fonçage. Il est particulièrement avantageux dans les terrains de sable coulant qu'il est très long d'épuiser à la cuillère, tandis que, par le procédé Fauvel, l'eau les enlève en quelques heures.

Ce qui empêche d'employer ce procédé plus souvent à Bakou, c'est le manque d'eau, car l'industrie, qui extrait 2 millions de tonnes de naphte par an, ne dispose que d'eau de pluie qu'elle recueille pendant l'hiver dans des citernes et dans des lacs en la recouvrant d'une couche épaisse de naphte. En juillet et août, époque du plus grand travail, l'eau nécessaire aux chaudières coûte 20 à 25 centimes les 100 litres, alors que le naphte n'en coûte que 6.

Il se produit quelquefois des arrêts de l'industrie par le manque d'eau, et l'eau des puits est trop salée pour être employée dans les chaudières. Cette pénurie d'eau a une grande influence sur la durée des chaudières qui sont souvent brûlées et exigent beaucoup d'entretien.

(*Zapiski.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHIMIE

FABRICATION INDUSTRIELLE DE L'ACIDE LACTIQUE, PAR M. GEORGES JACQUEMIN

La production de l'acide lactique et du lactate de chaux par fermentation est décrite dans les ouvrages de chimie, et a fait le sujet de nombreux travaux particuliers. Mais, comme le fait remarquer M. Duclaux, dans son résumé de l'état de la science sous ce rapport, en 1887 (*Encyclopédie chimique*, Fremy), tous ces procédés étaient longs et peu sûrs. « Quand ils aboutissaient, ajoute-t-il, ils ne donnaient l'acide lactique que perdu dans un mélange complexe, du milieu duquel on le retirait péniblement et avec pertes. Voilà pour la pratique. »

Ces observations sont très justes. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si l'acide lactique et les lactates ne sont pas sortis du domaine des préparations pharmaceutiques, s'ils n'ont pu jusqu'à présent figurer dans la grande industrie, et conquérir une place légitime au milieu des acides organiques dont on utilise journellement les applications. Cette incertitude dans le rendement de l'acide lactique, qui a empêché sa production de devenir industrielle, tient en effet à des vices de procédés que je vais résumer.

Les uns introduisent dans le moût sucré par le glucose, des quantités de caséine, ou de fromage avarié, hors de proportion avec la somme d'azote nécessaire à l'alimentation du ferment lactique, ce qui détermine de nouvelles formations et complique l'extraction ; d'autres ne se préoccupent pas des ferments concurrents que peuvent apporter soit l'air, soit le fromage, soit les autres matières destinées à engendrer la fermentation, ce qui amène une fermentation simultanément alcoolique, et souvent acétique, propionique et butyrique, ce qui abaisse singulièrement le rendement en acide lactique. Il en est même qui, méconnaissant la nature aérobie du ferment lactique, réclament comme caractéristique de leur procédé l'absence de l'air et la présence seule de l'acide carbonique dans l'atmosphère de la cuve de fermentation, ce qui empêche le ferment lactique de se développer, ce qui favorise au contraire l'existence des ferments anaérobies, et en particulier du vibrion ou ferment butyrique.

L'application d'un tel procédé vicieux ne peut donner qu'un mélange d'acide lactique et butyrique, et quelquefois même, si la fermentation dure trop de temps, rien que de l'acide butyrique.

Mon procédé que je vais décrire, diffère de tous les précédents, ainsi que toute personne compétente le reconnaîtra par la comparaison.

Préparation du moût sucré, fermentescible. — Je pars du malt que je soumets à la saccharification diastasique dans des conditions de travail qui peuvent se confondre avec celles de la brasserie, sauf que je maintiens la température du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

brassage plus longtemps à 50° centigrades, afin d'obtenir plus de maltose et de réduire au minimum la quantité de dextrine. J'élève ensuite successivement la température jusqu'à 60°, 63 et 65°, et je pousse enfin à l'ébullition pour éliminer un surcroît de matière azotée, et surtout pour tuer les ferments de toute nature qu'apporte le malt. Ce brassage me donne un moût sucré, contenant des matières albuminoïdes ou azotées, et des matières salines riches en phosphates, qui serviront d'aliment au ferment. Je conseille de faire concourir le malt à la saccharification de matières amylacées quelconques, ou de riz, de maïs, pour obtenir ainsi un moût au prix le plus bas possible.

Le moût, qu'il n'est pas nécessaire de refroidir au-dessous de 45° centigrades, est introduit dans la cuve de fermentation et reçoit alors un carbonate quelconque destiné à maintenir sa neutralité, puis le ferment lactique pur.

Culture du ferment lactique. — J'obtiens le ferment lactique par les procédés Pasteur ou autres, et je l'élève et le multiplie dans des ballons Pasteur, contenant du moût d'orge stérilisé, additionné de carbonate de chaux pur et stérilisé, puis dans des bonbonnes pour l'envoyer de là aux cuves de fermentation. Ce ferment devra être examiné au microscope à chaque phase de sa multiplication, et ne servir à l'ensemencement du moût qu'après qu'on se sera assuré de sa pureté.

Marche de la fermentation. — Il convient de se servir de cuves fermées hydrauliquement par un couvercle dont les rebords s'engagent dans une auge annulaire. De ce couvercle part un tube à dégagement d'acide carbonique qui se recourbe et descend le long de la cuve, formant ainsi un siphon à gaz. D'autre part, le couvercle est traversé par un tube venant affleurer à l'autre extrémité presque au niveau du liquide et permettant à l'air de remplacer l'acide carbonique qui s'écoule. Ce tube part d'une boîte de coton stérilisé qui retient les poussières atmosphériques. Il est pourvu vers sa base d'un robinet, dont voici l'utilité : au début de la fermentation, le robinet étant fermé, l'acide carbonique s'échappe par le tube-siphon et une fois l'écoulement de ce gaz plus lourd que l'air établi, on ouvre le robinet qui permet à l'air de rentrer sans que l'écoulement du gaz carbonique cesse de continuer.

La cuve est en outre pourvue d'un tube plongeant jusque vers la partie inférieure, par laquelle on injectera au moins deux fois par jour de l'air, filtré au préalable sur du coton stérilisé, qui, sortant par une pomme d'arrosoir, sera distribué régulièrement dans toute la masse en fermentation.

La température convenable, c'est-à-dire 40° à 45°, est maintenue dans les cuves par n'importe quel système de circulation de vapeur à travers des serpentins.

La fermentation peut être considérée comme terminée au bout de cinq à six jours, si la température favorable a été bien maintenue.

Extraction du lactate de chaux et de l'acide lactique. — Le liquide fermenté,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

après filtration, est évaporé et laisse cristalliser un lactate de chaux absolument inodore de premier jet.

L'extraction de l'acide lactique, en partant du lactate de chaux, est connue : je n'ai donc pas à insister.

Dans une prochaine note, je décrirai les applications industrielles nouvelles que j'ai entrevues et fait expérimenter pour l'acide lactique, et j'indiquerai celles que je propose pour divers lactates.

BIBLIOGRAPHIE

LE COMMERCE DE LA BOUCHERIE, PAR M. PION.

(Armand Colin, éditeur. Paris, 1891.)

Le *Commerce de la Boucherie*, par M. Pion, vétérinaire-inspecteur, forme un livre de 350 pages, paru chez Armand Colin, 5, rue de Mézières. Ce livre fait partie d'une encyclopédie horticole, publiée sous la direction de M. Léchalas, inspecteur général des ponts et chaussées en retraite. Cet ouvrage sort de la plume d'un connaisseur qui a vécu son sujet, et qui par ses fonctions est à même de juger dans tous leurs détails les choses si variées de l'immense commerce de la boucherie.

La forme concise et le style soigné que met l'auteur déjà connu, dans ses moindres articles, ne manqueront pas de plaire aux lecteurs. Une introduction, signée de M. Léchalas, renferme d'excellentes idées philosophiques qui ont trait à l'économie sociale. La question si palpitante des sociétés coopératives, destinées à favoriser les gains du producteur et à diminuer les prix payés par le consommateur, en refrénant ou en supprimaut les intermédiaires, est certainement digne de toutes nos méditations. Le problème n'est pas des plus faciles à résoudre, car nos libertés actuelles ne souffriraient plus l'ombrage même d'une taxe imposée. Je cite ces quelques lignes :

« Le principe de la liberté individuelle est le fondement de la société ; quand la puissance publique n'intervient pas avec énergie et sans atermoiements, le pacte est rompu. Que les gens qui ne veulent plus de patrons s'associent entre eux : c'est leur droit. Mais il faut que l'opinion publique, dont la force est dominante, se prononce catégoriquement, en toute occasion, contre les moyens illégaux et violents ; ou bien donnons notre démission d'hommes civilisés.

« Ce n'est pas seulement le droit de l'ouvrier, sa liberté, qu'il faut respecter et faire respecter, le droit de l'industriel et du commerçant est également sacré. Vous trouvez que les bouchers vous vendent la viande à trop haut prix. Associez-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vous pour vous passer d'eux. Il n'y aura pas nécessité que cela se fasse d'une manière générale pour réformer cette branche de commerce, il suffira de quelques associations coopératives, donnant toute publicité à leurs comptes, pour que la lumière se fasse; après quoi, craignant l'extension de ces associations, les bouchers se réformeront d'eux-mêmes. Il faudra bien se garder de liquider alors les sociétés coopératives; les abus, s'il y en a, ne tarderaient pas à renaître. »

Le premier chapitre s'occupe de zootechnie, et par conséquent d'agriculture, c'est-à-dire du milieu où les animaux naissent, s'élèvent, grandissent et prennent du muscle et de l'embonpoint. Puis, sont décrites les étapes parcourues par l'animal depuis l'étable jusqu'au couteau du boucher détaillant. Le tout appuyé sur des renseignements et des chiffres exacts. M. Pion, pour être complet, nous donne les statuts des charcutiers, bouchers et tripiers qui forment des corporations puissantes et bien organisées dont le public, c'est-à-dire le consommateur, ne doit pas se désintéresser. Le chapitre IV comprend tout ce qui se rapporte à la composition de la viande, aux pertes qu'elle éprouve à la cuisson, à la quantité des os, aux qualités diverses, aux nombreuses catégories de morceaux. L'inspection de boucherie en France et à l'étranger, la police sanitaire de l'Europe qui cherche de plus en plus à se défendre contre les maladies contagieuses remplissent le chapitre IX.

Le chapitre X nous fait pénétrer dans les Halles Centrales, et nous initie aux opérations des ventes à la criée et à l'amiable.

L'hippophagie (chapitre XI) fourmille de détails curieux, et nous y apprenons qu'à Paris, et en province même, les mangeurs de viande de cheval sont une vraie légion : il y a ceux qui en achètent pour en manger, et ceux qui en mangent sans en avoir acheté. Ces derniers sont de beaucoup les plus nombreux. Dans les conclusions, nous trouvons des pages ayant trait à la crise de la viande, crise que pourront modifier les traités de 1892. On y parle, avec des chiffres probants, de l'invasion de viandes étrangères, soit qu'elles viennent d'Allemagne, soit qu'elles viennent de l'Amérique. Les grands marchés, les grandes halles de Londres que M. Pion a visités nous donnent une idée très suffisante du commerce anglais de boucherie. L'ouvrage est complété par des documents concernant la création des abattoirs municipaux. Il y est adjoint un plan d'abattoir très clairement dessiné, dont le type a été pris à la ville de Riom (Puy-de-Dôme) (M. Borel architecte). En résumé, le besoin de ce livre se faisait sentir, la nourriture des peuples produite et assurée étant une question de premier ordre, une question *vitale* par excellence.

La vente de ce volume n'est pas douteuse : les gens du métier, les agriculteurs, les ménagères même, y trouveront de forts utiles renseignements. Les municipalités, souvent oublieuses de leurs devoirs, y apprendront que le service d'inspection qui assure la salubrité des denrées alimentaires doit être créé chez elles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'intérêt de l'hygiène publique, et que, sur ce point-là du moins, les diverses opinions politiques se trouvent d'accord : il s'agit, en effet, de la santé et du bien-être de tous.

LAVALARD,
Membre du Comité d'agriculture.

LES SCIENCES EXPÉRIMENTALES EN 1889, PAR O. BADOUREAU.

(Quantin. Paris, 1 vol. in-8°.)

L'ouvrage de M. Badoureau fait partie de la *Bibliothèque des sciences et de l'industrie*. Il renferme un exposé intéressant de l'état actuel des sciences expérimentales ; mais ce qui fait en grande partie la valeur et l'originalité de ce livre, c'est qu'il représente un véritable essai de synthèse des sciences.

Cet ouvrage comprend d'abord un exposé des propriétés de la matière dans les différents états sous lesquels elle se présente, un tableau d'ensemble des sciences expérimentales et de leurs progrès les plus récents, et enfin, une revue très rapide des diverses industries et des secours si variés qu'elles reçoivent de la science et qu'elles leur rendent à leur tour.

Ce plan a conduit aux cinq divisions suivantes : *Introduction*, *État des corps*, *Phénomènes naturels*, *Conclusions*, *Industries*. Dans la seconde partie, l'auteur a introduit d'assez nombreuses idées personnelles qu'il soumet à l'appréciation des savants. Dans la troisième, il a exposé sommairement la *mécanique*, la *physique*, la *chimie*, la *biologie* et la *géologie*, en insistant sur les phénomènes dont s'occupe la physique et en définissant avec le plus grand soin les diverses unités employées.

L'auteur croit que la matière est formée d'atomes en mouvement dans l'espace ; il regarde le mot *électricité* comme synonyme du mot *éther*. Il est partisan de l'existence objective des forces et de l'existence des âmes humaines, animales et végétales. Enfin, il croit, avec l'école de Darwin, à la théorie transformiste.

LA PETITE CULTURE AGRICOLE ET LÉGUMIÈRE DANS LES CAMPAGNES ET AUX ENVIRONS DES VILLES, PAR GUSTAVE HEUZÉ.

(Armand Colin, éditeur. Paris, 1891.)

L'ouvrage de M. Heuzé a pour but de faire connaître les procédés de la petite culture et d'indiquer les végétaux à cultiver dans la campagne et aux environs des villes ; il signale aussi les progrès qui restent à faire pour que ce genre d'exploitation soit partout véritablement prospère.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet exposé comprend les chapitres suivants : *La petite culture dans les régions agricoles. — Les exploitants. — Les agents de production. — Le matériel. — Les plantes de la petite culture agricole. — Les plantes de la petite culture légumière. — Production des plantes herbacées. — Production et récolte des graines légumières. — Le bétail. — Les volailles. — Les lapins. — Les abeilles. — Les vers à soie. — Les arbres fruitiers dans les champs. — Le jardin. — Récolte, emballage et vente des produits.*

Les petits cultivateurs trouveront dans ce livre des renseignements précieux qui les aideront à réussir dans ce genre si intéressant d'exploitation agricole. La petite culture prend, en effet, en France, chaque année, plus d'importance, et elle est digne d'être encouragée parce qu'elle fait naître l'aisance et le bien-être dans les familles laborieuses qui s'y livrent.

LA PRATIQUE DE L'AGRICULTURE, PAR GUSTAVE HEUZÉ.

(Librairie agricole de la Maison rustique. Paris, 2 vol. in-12 brochés.)

Cet ouvrage renferme la description des divers travaux qu'exécutent journellement les ouvriers agricoles. Il est divisé en deux volumes : le premier comprend les labours, les hersages, les roulages, les défrichements, c'est-à-dire les opérations culturales, ainsi que l'application des matières fertilisantes et les semailles à la volée ou en lignes. Le deuxième volume contient les travaux nécessaires pour la destruction des plantes nuisibles, les opérations qui suivent les semailles et les cultures d'entretien ; l'auteur passe ensuite en revue la fenaison, la moisson et la conservation des produits; il donne en terminant quelques détails pratiques sur la direction et l'organisation des exploitations agricoles.

Cet exposé, d'un style clair et facile, orné de très nombreuses figures, est constamment à la portée du praticien. C'est un véritable manuel opératoire propre à éclairer les cultivateurs qui n'ont pas été à même de faire un apprentissage agricole sur le terrain. Ceux-ci trouveront dans cet ouvrage les renseignements qui leur sont nécessaires pour conduire leurs ouvriers et pour diriger les travaux de leurs exploitations de la manière la plus fructueuse.

TRAITÉ PRATIQUE DE CHIMIE MÉTALLURGIQUE, PAR LE BARON JUPTNER DE JONSTORFF.

(Paris, 1891, 1 vol. in-8, broché.)
Traduit de l'allemand, par E. VLASTO.

L'importance de ce livre vient de l'intérêt qu'ont les chimistes s'occupant de métallurgie à connaître ce qui a été publié en Allemagne sur ce sujet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les ouvrages traitant la matière d'une façon générale, résumant les innombrables et copieuses monographies auxquelles se plaisent les savants allemands, le traité de *Chimie métallurgique de M. le baron Jüptner Jonstorff* mérite d'avoir été choisi par *M. Vlasto* pour être présenté aux métallurgistes français. Il possède des qualités d'ordre, de méthode, de sobriété relative qui le rendent réellement intéressant.

L'auteur étudie d'abord le degré d'exactitude de l'analyse chimique, les erreurs que l'on peut commettre : erreurs des instruments, des méthodes, erreurs d'opérations, erreurs personnelles. Il décrit ensuite les divers appareils, les opérations et donne une liste alphabétique des réactifs.

Il expose les méthodes spéciales : les essais sur le fer et l'acier, l'examen des minerais et fondants, des lits de fusion, laitiers, produits réfractaires, eau d'alimentation, combustibles. Il termine cette partie de l'ouvrage par l'établissement d'un bilan de haut fourneau expliqué pratiquement sur un exemple.

Enfin un appendice donne plusieurs tables numériques et plusieurs descriptions de méthodes ou d'appareils parmi lesquelles on peut citer celle de la balance de précision apériodique de Curie et la méthode de Wiborgh pour le dosage du soufre.

ANNUAIRE POUR L'AN 1891, PUBLIÉ PAR LE BUREAU DES LONGITUDES.

(Gauthier-Villars. Paris, 1 vol. in-18, broché.)

Indépendamment des articles importants qu'il renferme sur les monnaies, la statistique, la minéralogie, etc., l'*Annuaire du Bureau des longitudes* publie depuis quelques années diverses études d'un intérêt actuel et spécial.

Ainsi l'*Annuaire de* 1891 donne un tableau d'étoiles doubles comprenant 62 systèmes, une description des spectres des étoiles et d'autres documents intéressant l'astronomie stellaire ; une notice de M. Sarrau résume les propriétés des corps au voisinage du point critique. M. Cornu s'est occupé du nombre de vibrations des sons de l'échelle musicale ; MM. Teisserenc de Bort et Moureaux, des anomalies magnétiques présentées aussi bien en Algérie que dans le nord de la France.

Enfin M. Janssen publie le récit de sa curieuse ascension du Mont Blanc en chaise à porteurs ; M. Tisserand étudie la question des petites planètes et M. Cornu expose la méthode qui permet de déterminer par l'analyse spectrale la vitesse des astres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA CAVALERIE DES ARMÉES FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRES EN ROUTE, AU CANTONNEMENT, AU BIVOUAC ET EN GARNISON, PAR AUREGGIO.

(Berger-Levrault, éditeur. Paris, 1891.)

M. Aureggio, vétérinaire en premier au 11e régiment d'artillerie, a fait dans cet ouvrage une étude complète du harnachement et des écuries. Le style clair et précis de l'auteur, la profonde connaissance qu'il possède du matériel et des usages adoptés par les puissances étrangères, les nombreuses citations des écrits de gens compétents que renferme cet ouvrage en font un livre éminemment utile et pratique.

Dans le 1er chapitre, *Blessures occasionnées par la selle*, l'auteur, après avoir décrit les systèmes en vigueur à l'étranger, indique les modifications qui lui paraissent devoir être apportées au harnachement des chevaux, les précautions à prendre pour éviter les blessures et les soins à donner au cheval.

Le 2e chapitre a pour titre : *Le cantonnement et le bivouac en France et à l'étranger, ses inconvénients, les moyens proposés pour y remédier*. Il est suivi de conseils pour la cavalerie en garnison et en route.

Le 3e chapitre traite des *Quartiers de cavalerie* et contient une longue description des dispositions prises à l'étranger pour le casernement des troupes à cheval.

Enfin, dans le 4e chapitre, *Nouvelles écuries à l'Exposition de* 1889, l'auteur décrit quelques-unes des innovations qui lui ont valu une médaille d'argent décernée par le jury international.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 13 mars 1891.

Présidence de M. *Haton de la Goupillière*, Président.

M. Bourguignon, rue des Moulins, à Louviers (Eure). — Procédé relatif à la teinture de tous les tissus en noir. (Arts chimiques.)

M. Berlier, ingénieur civil, rue Boissy-d'Anglas, 35. — Chemins de fer à très grandes vitesses. — Traction électrique, câble; notice explicative. (Arts mécaniques.)

M. l'abbé Tabouriech. — Plis cachetés : 1° Note concernant les becs de gaz; 2° note concernant les urinoirs publics. (Ce dépôt est accepté.)

M. César Gianetto, rue de la Victoire, 53. — Notice sur un système d'évaporation et description de l'appareil. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Ministre de l'agriculture informe *M. le Président* qu'il a accordé, sur le crédit des encouragements à l'agriculture, une subvention de 1 000 francs à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

M. le Président adresse les remerciements de la Société à M. *le Ministre de l'agriculture*, ainsi qu'à *M. Tisserand*, vice-président de la Société, dont l'initiative a puissamment contribué à cette donation.

Un article intéressant est signalé dans le Journal de pharmacie et de chimie sur la fabrication industrielle de l'acide lactique, par *M. Georges Jacquemin.* (*Bulletin.*)

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ. — Par *M. Maurice Block*, membre du Conseil, deux de ses ouvrages : *Les Progrès de la science économique depuis Adam Smith, revision des doctrines économiques*, 2 vol. in-8, Guillaumin et Cie, éditeurs ;

Les Suites d'une grève, 1 vol. in-12, librairie Hachette.

Par *Mme Mangon* et par *l'auteur : Résumé des observations météorologiques faites par M. Hervé Mangon* à Brecourt (Manche) de 1868 à 1869, par M. *Th. Moureaux*, br. in-4, Gauthier-Villars et fils, éditeurs.

Par *le Préfet de la Seine : Histoire générale de Paris, Épitaphier du vieux Paris*, tome I, 1 vol. in-4 orné de planches et de figures dans le texte.

Par *M. le Ministre de l'instruction publique : Bibliographie des travaux historiques et archéologiques* publiés par les Sociétés savantes de la France, tome II, 1re livraison ; *Œuvres de Fermat*, publiées par les soins de *MM. Paul Tannery* et *Charles Henry*, tome I ; *Œuvres complètes de Laplace*, publiées sous les auspices de l'Académie des sciences, par *MM. les Secrétaires perpétuels*, tome VIII.

Par *M. le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies :* Exposition universelle de 1889, à Paris, *Rapports du Jury international*, publiés sous la direction de *M. Alfred Picard*, inspecteur général des ponts et chaussées. Groupe 1. Œuvres d'art, classes 1 à 5 *bis*.

Par *M. Raffard*, membre de la Société : *Les Yachts de course ; Barrage flottant articulé ; Frein de roulis ; Self-acting godille ou paracalme*, par *N.-J. Raffard*, 1 brochure in-8. Chaix, éditeur.

Mémorial des fêtes d'Alais, octobre 1889. — Érection de la statue de Jean-Baptiste Dumas ; Inauguration du lycée ; Inauguration du buste du marquis de la Fare. Alais, 1 vol. in-8.

L'Année scientifique et industrielle, par *Louis Figuier*, 34e année (1890), 1 vol. in-12, librairie Hachette.

Par *M. Regnard*, membre de la Société : *Les Chaudières à vapeur* à l'Exposition universelle de 1889. — *Foyers et utilisation des combustibles*, par *M. P. Regnard*. 1 brochure.

La Fabrication de l'alcool de grain, ses difficultés dans les pays chauds, par *Jules Simian*. — *Notes et renseignements sur la fabrication de l'alcool de grain en France*, par *Jules Simian ;* brochures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — Est nommé membre de la Société :

M. *Gambaro*, ingénieur aux chemins de fer de l'Est, à Paris, présenté par M. *Haton de la Goupillière*.

RAPPORT. — *Retaillage de limes au moyen de l'électricité.* — *M. le colonel Pierre* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur un procédé de retaillage des limes par l'électricité présenté par *M. Personne*, demeurant rue de Chazelles, 24, à Paris. Il y a plus de trente-cinq ans qu'on a conçu l'idée de retailler les limes par le moyen de l'électricité. M. Landrin, ingénieur civil des mines, paraît être le premier qui ait publié des travaux à ce sujet.

En 1868, un brevet fut pris par MM. de la Tour du Breuil, Baynes et Dienheim Brochocki pour un procédé électro-chimique pour le repiquage des limes. Ce procédé fut présenté à la Société par M. Werdermann en 1869.

En 1888, M. Augustin Personne a pris un brevet pour le ravivage des limes par l'électricité. Il supprime l'emploi des piles Bunsen ou autres placées à l'extérieur du bain dans lequel sont plongées les limes. Le procédé consiste à former un élément de pile au charbon et à l'eau acidulée, dans lequel la lime remplace la lame de zinc et joue le rôle de pôle négatif.

Les résultats qu'il a obtenus sont incontestables et méritent d'être signalés à l'industrie française; car, désormais, avec ce procédé, elle pourra tirer, mieux que par le passé, un bon parti d'un grand nombre de limes usées.

Mais soit que M. Personne ait connu, soit qu'il ait ignoré les essais déjà faits avant lui, et les brevets antérieurs aux siens, il faut reconnaître et faire ressortir ici le mérite de MM. Landrin et Brochocki, dont les efforts et les travaux, sans aboutir à une solution aussi pratique de la question, ont cependant signalé cette nouvelle application de l'électricité.

C'est dans la double intention de donner un témoignage d'éloges et de remerciements à MM. Landrin, Brochocki et Personne, et de recommander aux industriels le procédé de M. Personne, que le Comité des arts mécaniques propose au Conseil de faire insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société, avec le dessin et la légende nécessaires à la compréhension du procédé de M. Personne.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Abaque donnant la distance de deux points pris sur la sphère.* — *M. Collignon*, secrétaire de la Société, présente un abaque donnant à vue la distance, évaluée en degrés, de deux points pris sur le globe terrestre et définis par leurs latitudes et la différence de leurs longitudes. Il indique l'usage qu'on peut faire de deux fils articulés en deux points fixes de l'épure, pour déterminer le segment qui conduit à l'évaluation de la distance cherchée; il fait l'application de cet abaque à plusieurs exemples.

M. le Président remercie *M. Collignon* de son intéressante communication, qui est renvoyée à la commission du *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Antheximètre. — M. Émile Petit, correspondant du Comité des arts mécaniques, expose le principe qui lui a servi à réaliser son Antheximètre, appareil destiné aux essais relatifs à la résistance des matériaux bruts ou ouvrés, traction, compression, flexion, etc,

Le but qu'il se proposait était l'obtention d'un appareil d'essai, à toutes fins, enregistreur, automatique dans la limite du possible, d'un fonctionnement certain, d'une vérification facile, de construction économique, les appareils généralement employés ne lui paraissant pas satisfaire à ces conditions.

Il y est arrivé en employant le principe qu'il fit breveter sous le nom de mensurateur hydraulique des efforts et qu'il appliqua à la construction du frictomètre, fait en collaboration avec M. Henry Fayol, principe dont il rappelle la théorie.

L'organe mesureur des forces consiste essentiellement en un flotteur cylindrique, chargé d'eau, susceptible de se mouvoir librement dans une bâche également cylindrique, actionné par émersion (au lieu d'immersion comme dans le frictomètre), conjugué avec une romaine de façon à constituer, comme dans cet appareil, un véritable ressort hydraulique susceptible de donner le kilogramme ou la tonne à une échelle dont on est maître, ressort dont le jeu naturel vient à chaque instant faire équilibre à l'effort exercé, en même temps que sa position absolue en fournit la mesure. Cet organe transmet son mouvement vertical à la planchette sur laquelle se fait l'enregistrement, tandis qu'un crayon que des dispositions spéciales laissent actionné proportionnellement aux changements de distance de deux points quelconques pris sur la pièce d'essai, trace une courbe dont les ordonnées sont proportionnelles aux diverses valeurs de la force et les abscisses aux variations de dimensions correspondantes à étudier.

Parmi les autres particularités de l'appareil, on distingue les dispositions spéciales de la presse hydraulique qui sert d'appareil de traction, son retournement, le tube de refoulement qui en permet la manœuvre hydraulique, facile dans les deux sens; les doubles tiges de traction, leur avantage au point de vue de la diminution de longueur de l'appareil; les traverses mobiles qui s'y ancrent simplement en des points variables; les facilités que donne cet agencement, de conserver la course nonobstant les différences de longueur des pièces à essayer; le mode de limitation des parties des pièces d'essai qu'on veut seules considérer lors de l'expérimentation; le mode de constatation de leurs variations de longueur; l'appareil funiculaire qui sert à obtenir directement cette différentiation; les dispositions simples, qui permettent de faire à volonté des essais par pression (au lieu de traction), ou par flexion, etc.; les tiges guides centrées, qui suppriment le bâtis et réduisent ainsi le poids de la matière sans préjudice pour la solidité, en même temps qu'ils diminuent le prix possible des appareils; les détails spéciaux à la romaine, au dispositif hydraulique ou à l'enregistreur, spécialement celles qui ont pour but d'éviter les chutes ou projections lors de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rupture des pièces soumises aux essais; le moyen de supprimer l'évaporation, sans inconvénient d'ailleurs, des liquides de la bâche ou du flotteur; les moyens de vérification ou de tarages expérimentaux, soit du ressort hydraulique, soit de l'ensemble constitué par la romaine et celui-ci, etc., ainsi que les modes d'amarrage à employer spécialement dans certains cas, tels que ceux des câbles de mines.

M. E. Petit a pu, de la sorte, réaliser une classe d'appareils enregistreurs automatiques, d'un prix relativement modique et avantageux, dont les types construits ont donné d'excellents résultats.

Il présente à l'appui une série de graphiques dont les principaux ont été tracés par le premier appareil construit, de la force de 60 tonnes, employé depuis plusieurs années aux ateliers des mines de Commentry (Allier), notamment : des courbes d'essai de câbles de mines en *aloès*, d'entière largeur; de barres, barrettes, câbles métalliques, etc., ainsi que d'autres essais faits avec des appareils de petite force employés spécialement dans les papeteries de MM. Blanchet frères et Kléber et à la Banque de France sur des papiers, étoffes, etc., qui montrent enregistrés avec authenticité et précision tous les détails des phénomènes d'essai et résument ainsi l'étude complète des matières éprouvées.

Dans un dernier type portatif de 100 kilogrammes, de dimensions minimes, conçu en vue de l'essai de matières spéciales, papiers-tissus, caoutchoucs, cuirs, fils, etc., la presse hydraulique qui, chez les types précédents, constitue l'organe de traction, est remplacé par un dispositif à vis.

M. Émile Petit estime que cette classe d'appareils encore peu connue est de nature à rendre de réels services.

M. le Président remercie *M. Émile Petit* de son intéressante communication, dont l'examen est confié au Comité des arts mécaniques.

Contrôle des surfaces courbes. — M. Léon Laurent, constructeur d'instruments d'optique, présente à la Société la deuxième série de ses méthodes et appareils pour le contrôle des surfaces courbes.

L'examen de ces surfaces présente de grandes difficultés, à cause de leurs variétés infinies. M. Laurent a combiné un appareil qu'il a perfectionné, et qui permet le contrôle facile des lentilles et des surfaces courbes isolées; il le nomme, par simplification : *foco-aberromètre*. Il sert à un grand nombre d'expériences très variées.

L'appareil se compose d'un bâti vertical, le long duquel glisse un chariot; celui-ci porte un support sur lequel on pose les surfaces à examiner. Un index palpeur indique, au moyen d'une règle divisée, la distance de la surface *touchée* au zéro supérieur ou inférieur, c'est-à-dire le foyer ou le rayon.

Au haut de l'appareil est un oculaire dont le diaphragme est divisé en deux parties : une moitié est recouverte par un prisme éclaireur, la face horizontale est argentée et porte un quadrillé, fait à la machine à diviser. C'est un objet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

artificiel que l'on éclaire et dont on étudie l'image réfléchie; son interprétation indique la valeur des surfaces. L'image et l'objet sont dans le même plan.

Lentilles convergentes. On place un plan type sur le support et on pose dessus la lentille; quand l'image est nette, le plan focal coïncide avec le zéro supérieur. La lumière traverse deux fois la lentille et les défauts sont doublés; le pointé est très précis, de sorte qu'en cachant avec des écrans le centre ou les bords, on jugera de la qualité de la surface par la netteté de l'image et les changements de courbures seront indiqués par les différences de pointé. Par réfraction, on étudie l'ensemble : surfaces et matière, on peut ensuite examiner chaque surface par réflexion.

Pour les miroirs concaves, l'image est nette, quand le centre de courbure est dans le plan du diaphragme.

Lentilles divergentes. L'appareil est alors muni de sa rallonge, laquelle porte deux lentilles plan-convexes, dont les foyers conjugués sont : en haut le zéro supérieur et en bas le zéro inférieur. La lentille est placée sur le plan type et l'on fait les expériences exactement comme avec les lentilles convergentes, mais on mesure à partir du zéro inférieur.

Pour les surfaces convexes, l'image est nette quand le centre de courbure coïncide avec le zéro inférieur.

Pour les surfaces cylindriques, en général, l'image est nette lorsque l'axe du cylindre est, en outre, parallèle à l'un des groupes de droite du quadrillé; on mesure ainsi l'orientation de cet axe. Avec deux lentilles supplémentaires, concave et convexe, on mesure jusqu'à l'infini.

M. Laurent indique encore d'autres applications variées et fait les descriptions au tableau au moyen de figures.

Il décrit enfin un dispositif qui permet de suivre le travail d'une surface courbe, à l'atelier, et lorsqu'elle est encore montée sur sa molette. Il indique comment il se procure des types de surfaces courbes, comment on le pose sur les surfaces pour les examiner, au moyen des anneaux produits par la lumière monochromatique et en employant des lentilles éclairantes auxiliaires, sur un appareil possédant, dans ce but, des supports à écartements variables.

M. le Président remercie *M. Léon Laurent* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Filtre. — M. O. André, administrateur-directeur des ateliers de Neuilly, présente à la Société un filtre stérilisateur Chamberland-Pasteur à grand débit et nettoyage mécanique, étudié et construit par lui.

Le corps filtrant est la *bougie Chamberland*, dont les résultats au point de vue bactériologique sont indiscutables quand la bougie est bien montée et bien entretenue.

Pour les groupes de bougies, cette difficulté de l'entretien était capitale; elle n'existe plus aujourd'hui.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'appareil de 25 bougies, qui est présenté dépouillé de son enveloppe cylindrique, on voit les bougies disposées sur deux rangs concentriques; elles sont montées avec un soin extrême sur des tubulures qui traversent le fond, de sorte que chaque bougie verse directement son eau dans le collecteur amovible placé au-dessous.

La barre du nettoyeur à mouvement rotatif hélicoïde porte six tubes passant en dehors, au milieu et au dedans des rangs des bougies. Chaque branche porte deux orifices de rinçage et deux frotteurs en caoutchouc très souple.

Chacun des points des bougies, grâce à la rotation alternativement droite et gauche du nettoyeur, est touché successivement par le frotteur et le jet d'eau; cette double action est secondée par celle des grenailles légères en suspension dans l'eau.

Pour donner plus de constance au débit du filtre, la poudre d'entretien introduite en petites quantités dans le filtre enrobe les bougies d'une gaine perméable qui retient la plus grande partie des mucilages et ralentit beaucoup l'encrassement de la surface filtrante.

L'ensemble de ces dispositifs a permis de faire de cet organe-unité si délicat un puissant moyen de production d'eau stérilisée et de réaliser économiquement l'un des grands problèmes d'hygiène domestique et générale.

M. le Président remercie *M. André* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Pianinette. — *MM. Bony* frères, facteurs de pianos, rue des Deux-Communes, 8, à Vincennes (Seine), présentent un petit piano, appelé *pianinette*, véritable instrument de musique, renfermant les qualités désirables pour servir utilement de point de départ aux premières études du piano. Cet instrument est très portatif et d'un prix accessible à toutes les bourses; il varie en étendue de 3, 4, 4 1/2 et 5 octaves et peut servir aux premières études de l'enfant. M. Bony donne la description de son instrument et entre dans les détails de sa construction; il signale enfin le même piano destiné aux écoles qui, muni d'une caisse en bois ordinaire, peut être acquis à un très bas prix.

M. le Président remercie *MM. Bony* de leur intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris.— Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 27485.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. JUIN 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

COMMERCE

RAPPORT *fait par* M. C. LAVOLLÉE, *au nom du Comité de commerce, sur* LE TARIF DE L'HUILE DE PÉTROLE.

MESSIEURS,

Dans la séance du 8 février 1889, M. Besnard, ingénieur civil, membre de la Société, nous a fait une communication relative aux perfectionnements qu'il a apportés à la fabrication des lampes à pétrole, et il nous a soumis en même temps ses observations sur les droits appliqués par le tarif des douanes au pétrole brut et au pétrole raffiné.

La communication de M. Besnard fut renvoyée à l'examen du Comité des arts économiques. Le rapport de ce Comité vous a été présenté, dans la séance du 25 avril 1890, par notre honorable collègue, M. Rousselle. Après avoir apprécié en termes favorables les améliorations industrielles effectuées par M. Besnard dans la fabrication des lampes, M. le rapporteur a signalé l'infériorité relative de la consommation du pétrole en France, infériorité qu'il attribue aux droits élevés dont ce produit est frappé par le tarif des douanes, et il a conclu à ce que le Comité de commerce fût invité à examiner cette question de tarif.

Conformément à ces conclusions, le Comité de commerce a été chargé par le Conseil d'étudier le tarif du pétrole et de présenter un rapport complémentaire sur la communication de M. Besnard.

Le premier tarif du pétrole date de la loi du 4 juin 1864. Le pétrole brut fut alors admis en franchise, et le pétrole raffiné fut taxé à 3 francs par 100 kilogrammes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation commençait à se répandre, lorsque survinrent les événements de 1871. L'emploi du pétrole dans les incendies allumés par la Commune discrédita l'huile minérale, au point qu'il fut un moment question de la prohiber. Dans sa séance du 27 mai 1871, l'Assemblée nationale déclara l'urgence pour une proposition de loi, présentée par l'un de ses membres, proposition d'après laquelle il eût été interdit « d'introduire en France, de faire circuler, de vendre ou de détenir de l'huile de pétrole ou toute autre huile minérale, sans être muni d'une autorisation du Préfet de police dans le département de la Seine et du préfet dans les autres départements ». L'infraction à ces dispositions devait être punie d'un emprisonnement d'un mois à deux ans et d'une amende de 16 à 1000 francs, ou de l'une de ces deux peines seulement, suivant les circonstances, l'article 463 du Code pénal étant d'ailleurs applicable. Cette proposition, vraiment draconienne, demeura sans suite; mais elle ne fut pas sans influence sur le vote presque immédiat d'un nouveau tarif de douane pour l'huile de pétrole. Par une loi du 8 juillet 1871, l'huile brute, jusqu'alors importée en franchise, fut frappée d'un droit de 20 francs par 100 kilogrammes, et l'huile raffinée d'un droit de 32 francs, remplaçant le droit de 3 francs établi en 1864.

Ce tarif fut encore augmenté par l'application de la loi de 1873, qui éleva les droits à 30 francs pour l'huile brute et à 37 francs pour l'huile raffinée.

Dans le tarif général de 1881, le droit fut fixé à 18 francs pour le pétrole brut et à 25 francs pour le raffiné.

Nous complétons ce tarif chronologique du pétrole en faisant connaître les propositions de droits insérées dans le projet du nouveau tarif général qui s'élabore en ce moment : le gouvernement a proposé 20 francs pour le pétrole brut et 25 francs pour le raffiné; la commission de la Chambre propose 18 et 24 francs.

Par l'exposé qui précède et par ces variations nombreuses de tarif, le Conseil peut se rendre compte des difficultés auxquelles a donné lieu la fixation d'un régime douanier pour l'huile de pétrole. Un tarif qui n'était en 1871 qu'une mesure de défense sociale, est devenu peu à peu, dans la pensée du législateur, un tarif protecteur de l'industrie du raffinage, un tarif protecteur de l'agriculture, à cause de la concurrence que peut faire le pétrole aux huiles d'œillette et de colza, enfin un tarif fiscal, à raison du revenu que les droits sur le pétrole procurent au Trésor.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En se reportant aux discussions engagées sur le tarif du pétrole, on remarque la part très considérable qui a été faite à la question de la protection industrielle en faveur du pétrole raffiné en France. Lors du premier tarif, établi en 1864, le droit protecteur sur le raffiné ne fut que de 3 francs par 100 kilogrammes, le pétrole brut étant admis en franchise. Ce droit suffit pour que des usines s'établissent en France pour le raffinage du pétrole importé brut d'Amérique. En 1871, l'écart entre le droit du brut et le droit du raffiné fut fixé à 12 francs; il fut ramené à 7 francs en 1873, maintenu à 7 francs dans le tarif général de 1881. Actuellement, pour le nouveau tarif général qui est en délibération, le gouvernement propose un écart de 5 francs et la commission de la Chambre, un écart de 6 francs. La détermination de ce taux de protection a été, dans tous les débats auxquels a donné lieu ce tarif, l'objet de contestations très ardentes, les raffineurs déclarant qu'une protection très élevée (10 à 12 francs) était nécessaire pour le maintien de leur industrie, leurs adversaires objectant que cette industrie est très prospère, qu'elle est concentrée en un petit nombre d'usines, qu'elle occupe peu d'ouvriers, et que la faveur accordée au raffinage nuit tout à la fois au commerce, à la consommation et au Trésor. Le commerce, en effet, serait exclu des opérations sur le pétrole brut des États-Unis, lequel serait monopolisé par les industriels qui le raffinent en France : la consommation serait grevée par l'effet de ce monopole et paierait le pétrole plus cher que si elle le recevait des États-Unis à l'état de raffiné; enfin, les droits sur le raffiné étant plus élevés que les droits sur le brut, les recettes de la douane sont moindres avec le régime actuel, où le pétrole brut forme la presque totalité de l'importation.

Cette lutte entre le pétrole brut et le pétrole raffiné, lutte d'autant plus vive qu'elle a le caractère d'une guerre intestine, ne paraît pas près de cesser. Elle se continue à l'occasion du nouveau projet de tarif, et elle est alimentée par une fastidieuse profusion d'arguments techniques et chimiques, devant lesquels votre Comité de commerce doit se déclarer incompétent. Nous croyons cependant qu'il est possible de soumettre au Conseil une opinion équitable en s'en tenant à quelques faits généraux, constatés par la statistique et par la notoriété, sans qu'il soit nécessaire de recourir, par un troisième renvoi de cette affaire, aux lumières du Comité des arts chimiques.

Le premier fait, c'est que le raffinage du pétrole en France s'exerce, avec l'écart ou la protection actuelle de 7 francs, dans des conditions notoi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rement prospères. Le second fait, qui confirme et éclaire le premier, c'est que, contrairement à ce qui se passe pour les autres pays d'Europe, le pétrole d'Amérique nous arrive à l'état brut, et non à l'état de raffiné. Ainsi, en 1888-1889, d'après les documents officiels américains, les États-Unis ont envoyé en France 53 955 708 gallons d'huile brute (1), et seulement 2 602 061 gallons d'huile propre à l'éclairage. Pour l'Allemagne, les envois sont, au contraire, de 3 064 421 gallons d'huile brute et de 138 518 352 gallons d'huile raffinée; pour l'Angleterre, de 8 634 gallons d'huile brute et de 58 763 730 gallons d'huile raffinée. Pour la Belgique et pour la Hollande, l'exportation des États-Unis (38 millions et 41 millions de gallons) consiste exclusivement en huile raffinée. Il semble, en effet, qu'une grande nation industrielle, telle que l'Amérique du Nord, est en mesure de donner à un produit de son sol le complément de travail nécessaire pour la consommation directe et que ce travail, ainsi exécuté sur place, doit procurer une économie de manipulation et de transport. Quoi qu'il en soit, il résulte des comparaisons statistiques que le commerce du pétrole s'exerce, pour la France, dans des conditions, sinon anormales, du moins différentes de celles qui s'observent pour les autres pays d'Europe. Cela tient-il à l'exagération du droit de douane qui protège les pétroles raffinés, en France, ou bien à la perfection supérieure de notre industrie du raffinage? Peut-être à ces deux causes à la fois. Si nous étions constitués arbitres dans ce différend qui depuis longtemps persiste entre les intéressés, nous pourrions dire, à l'appui des raffineurs de pétrole, qu'ils ont créé une industrie, qu'il doit leur être tenu compte de ce nouvel élément de profits et de salaires apporté au travail national, et surtout que, par l'excellence éprouvée de leur raffinage, ils ont rétabli la confiance dans l'emploi d'un mode d'éclairage économique et populaire. D'un autre côté, n'est-il pas évident, d'après la notoriété et la statistique, que non seulement leur industrie n'a pas besoin d'un surcroît de protection, mais encore que l'on peut, sans inconvénient pour cette industrie et avec profit pour le consommateur, diminuer l'écart qui existe entre les droits du brut et du raffiné en le ramenant à 5 francs, ainsi que le propose le gouvernement dans le nouveau projet de tarif? Grâce aux moyens d'investigation et de contrôle dont elle dispose, l'Administration a dû pouvoir apprécier sûrement les besoins réels de cette industrie.

L'intérêt agricole est-il sérieusement engagé dans le tarif du pétrole?

(1) Le gallon équivaut à 3 litres 785.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il s'agit des cultures oléagineuses, — colza, navette, œillette, cameline, — dont les produits servent à la fabrication de l'huile. D'après la statistique agricole de la France publiée en 1887, ces cultures occupaient en 1882 une superficie de 136000 hectares, produisant, en graines, une valeur de 47 millions de francs. Le colza représentait les 7/10 du total, avec un produit de 32 millions. Ces quantités et valeurs ont, sans doute, diminué en France, pendant les six années qui viennent de s'écouler, de même qu'elles ont diminué en Belgique et en Allemagne : 1° parce que l'extension de l'éclairage au gaz, à l'électricité et au pétrole a fait disparaître une partie de l'éclairage à l'huile de graines ; 2° parce que dans certaines régions les fermiers ont eu intérêt à se porter vers d'autres cultures, notamment vers la culture de la betterave, favorisée par le développement des sucreries et des distilleries. Il semble difficile de faire intervenir l'action restrictive d'un tarif de douanes pour essayer de conserver à une culture particulière une clientèle que lui dispute une industrie nouvelle, mieux appropriée aux besoins des populations.

L'intérêt fiscal serait beaucoup plus important. En 1871, le produit des droits de douane sur les huiles de pétrole et de schiste atteignait à peine 5 millions de francs ; il s'élevait, en 1880, à 21 millions ; il a dépassé, en 1888, la somme de 32 millions. La progression continue de cette recette indique le développement des importations du pétrole en France ainsi que celui de la consommation. De 63 millions de kilogrammes en 1880, l'importation du pétrole brut, provenant presque en totalité des États-Unis, s'est élevée, en 1888, à 155 millions. A ce chiffre s'ajoutent les importations de pétrole raffiné et de l'essence, pour 15 millions de kilogrammes, et des huiles lourdes, pour 26 millions, provenant des États-Unis, de la Russie et de l'Angleterre. La consommation française a triplé depuis dix ans. Aux droits de douane s'ajoutent dans les principales villes les droits d'octroi. Pour Paris, le droit d'octroi est de 25 francs par 100 kilog. Or, en 1876, les huiles de pétrole introduites à Paris représentaient 70000 hectolitres environ, ayant procuré à la Ville une recette de 1 448000 francs ; en 1888, les introductions se sont élevées à 227000 hectolitres, ayant payé à l'octroi 4917000 francs. La consommation parisienne a donc triplé, malgré la double charge du droit de douane et du droit d'octroi, et les perceptions du Trésor et des villes ont atteint des chiffres considérables. Il est certain qu'une réduction des droits affecterait immédiatement le montant des recettes ; mais il n'est pas moins certain que le déficit ne tarderait pas à être comblé par l'augmen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tation rapide de la consommation. La Belgique consomme, proportionnellement, quatre fois plus de pétrole que la France : de même, pour la Hollande, l'Allemagne, la Suisse et l'Angleterre, la consommation est beaucoup plus abondante que pour la France. En Belgique et en Angleterre, le pétrole d'éclairage, brut ou raffiné, ne paye aucun droit; en Hollande, le droit de douane est de 1 fr. 17 par 100 kilog.; en Suisse, de 1 fr. 25; en Italie, de 4 francs; en Allemagne, de 7 fr. 50. Si l'on compare ces tarifs avec le tarif français, on voit combien ce dernier est exagéré; en même temps, si on observe qu'avec ce tarif exagéré, la consommation a presque triplé, l'on peut se convaincre qu'un tarif, réduit de moitié, sur un produit d'une consommation aussi avantageuse et universellement appréciée, ne tarderait pas à procurer au Trésor des recettes au moins égales à celles qui proviennent d'une tarification qui est presque oppressive.

Ici, d'ailleurs, se place une importante observation sur la proportionnalité des droits de douane par rapport à la valeur de la marchandise. En 1871, à l'époque où le droit sur le pétrole brut fut élevé à 20 francs, le prix de cette marchandise était coté 28 francs à l'importation par la commission permanente des valeurs de douane. En 1873, lors de l'établissement du droit de 30 francs, l'évaluation fut de 32 francs. Il n'est pas sans intérêt de suivre ainsi les cours officiels : en 1875, 30 francs; en 1880, 19 francs; en 1885, 15 francs; en 1888, 14 francs. S'il est vrai qu'en 1881 le droit sur le pétrole brut ait été ramené à 18 francs, la baisse continue de la marchandise depuis cette date fait que la taxe devient de plus en plus lourde proportionnellement et que cette taxe équivaut aujourd'hui à 120 p. 100 de la valeur du produit. Nous estimons que cet argument mérite d'être pris en considération dans la réduction du nouveau tarif. En effet, sauf lorsqu'il s'agit de produits exceptionnels, toute taxe, pour être équitable et supportable, doit être calculée, dans des proportions modérées, selon la valeur de la matière imposée.

Il semble d'autant plus nécessaire d'abaisser aujourd'hui les tarifs du pétrole qu'un plus grand nombre de consommateurs seront désormais appelés à profiter de cette réduction. Il y a vingt ans, l'éclairage au pétrole était réputé l'éclairage du pauvre et son emploi n'était pas exempt de dangers. Le progrès du raffinage ainsi que les perfectionnements apportés aux récipients et aux lampes l'ont peu à peu rendu inoffensif, à ce point que la plupart des compagnies d'assurance se sont relâchées de leur ancienne sévérité qui n'était alors que de la prudence. Elles n'hésitent plus à garantir, sans augmen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tation de prime, les risques où se rencontrent les approvisionnements de pétrole pour l'usage domestique, de même qu'elles ont renoncé à réclamer des primes spéciales pour les bâtiments ou appartements éclairés au gaz ou à l'électricité. La consommation de pétrole s'est ainsi répandue partout, et il nous est arrivé plus d'une fois de reconnaître, dans des demeures opulentes, la présence de la lampe à pétrole.

Mais ce qui est de nature à frapper le plus vivement l'attention du Conseil, c'est l'exagération d'une taxe qui atteint directement un grand nombre d'ateliers, à la campagne comme dans les villes, et de nombreuses catégories, aussi variées qu'intéressantes, d'artistes, d'ouvriers et d'ouvrières qui travaillent dans leur modeste logis et sont trop souvent obligés de prolonger la veillée. Dans la campagne, les ateliers qui ne sont pas à proximité d'une canalisation de gaz s'éclairent au pétrole. C'est également la lampe à pétrole que l'on voit installée dans les ateliers de famille et dans les chambres d'ouvrier. Elle a pénétré dans les villages. Presque tous les chefs-lieux de canton ont aujourd'hui un débit de pétrole, où viennent s'approvisionner les paysans le jour du marché. Le pétrole est, en outre, employé dans le chauffage et pour les moteurs appliqués à l'industrie. Est-il admissible que les consommateurs français soient plus longtemps condamnés à payer de 50 à 80 centimes le litre d'une huile que les Belges, les Hollandais, les Anglais, les Allemands peuvent se procurer pour le tiers ou la moitié de ce prix? Que l'on calcule l'excédent de dépense que leur coûte, à chaque jour de l'année, le droit de douane et d'octroi, et l'on arrivera à un chiffre qui, prélevé sur le salaire, est très appréciable. Et puis, n'y a-t-il pas grand intérêt à faciliter partout, jusque dans les chaumières, un meilleur éclairage? Le travail, les sentiments de famille, l'hygiène et le bien-être y trouveront leur profit. Les questions de concurrence entre les divers modes d'éclairage sont ici tout à fait secondaires. Le marché français est assez large et les besoins de la consommation sont d'ailleurs, assez variés pour que les huiles de graines, l'électricité, le gaz, le pétrole, aient leur clientèle distincte, et leur emploi approprié aux lieux, aux circonstances, comme aux préférences des consommateurs d'éclairage, est un besoin universel. S'il doit payer son tribut au budget national, si le pétrole doit, comme d'autres denrées utiles ou nécessaires, être soumis à un impôt, il est permis de demander que cet impôt ne soit pas exagéré. Le tarif actuel du pétrole nous paraît dépasser toutes les bornes de la plus dure fiscalité.

Aussi le Comité de commerce s'associe-t-il pleinement à l'opinion

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exprimée par l'honorable rapporteur du Comité des arts économiques quant à la nécessité d'abaisser dans de très fortes proportions le tarif du pétrole. Si le Conseil adopte cet avis, nous lui demandons de vouloir bien autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : C. LAVOLLÉE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *avril* 1891.

AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. HENRI MURET, *au nom du Comité d'agriculture, sur le* TRAITÉ DE LA DISTILLATION DES PRODUITS AGRICOLES ET INDUSTRIELS *de* MM. J. FRITSCH ET GUILLEMIN.

Les auteurs de cet ouvrage se sont déjà fait connaître par un travail concernant la culture et la distillation de la betterave et du topinambour qui, sans être suffisamment développé sous le rapport des procédés pratiques ainsi qu'au point de vue scientifique, a le mérite de contenir des renseignements intéressants sur la culture de ces deux produits.

Le nouvel ouvrage de M. J. Fritsch et Guillemin est beaucoup plus étendu. Il comprend le traitement de toutes les matières premières mises en œuvre par la distillerie, c'est-à-dire, outre la betterave et le topinambour, les produits amylacés, grains et céréales, les pommes de terre, les patates, les mélasses, etc.

Les particularités qui distinguent l'alcoolisation de chacune de ces matières sont l'objet d'une description détaillée.

Pour la partie chimique, les auteurs se sont inspirés en général des études scientifiques faites en Allemagne, ce qui rend les recherches et les vérifications d'analyses assez difficiles.

On n'a pas à sa portée les travaux des chimistes allemands qui sont d'ailleurs fort nombreux. Pour tirer complètement profit des indications contenues dans l'ouvrage que nous examinons, il y a lieu d'observer qu'il ne suffit pas d'être praticien, il faut être chimiste et posséder des notions scientifiques assez étendues.

Quant à la partie pratique, qui commence au chapitre XV, elle semble être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la reproduction consciencieuse des différents systèmes et appareils déjà connus et des divers brevets d'invention qu'on voit paraître dans les publications périodiques s'occupant de l'industrie de la distillation, avec les descriptions et dessins produits par les auteurs.

On aimerait à trouver dans un ouvrage de cette nature plus de détails sur la manière pratique de faire fonctionner ces divers appareils et des comparaisons permettant de saisir les avantages respectifs de chacun d'eux, dans leurs applications soit à la petite, soit à la grande distillerie.

Ce point de vue ne nous paraît pas avoir suffisamment préoccupé les auteurs.

La petite et la grande distillerie, tout en constituant une même industrie, travaillant les mêmes matières et donnant un même produit, ne peuvent employer toujours les mêmes procédés et les mêmes appareils pour des raisons économiques que tout le monde est à même d'apprécier, et il n'est pas douteux que dans bien des cas les choix à faire à cet égard présentent des difficultés.

Sous la réserve de ces observations générales, nous croyons devoir indiquer les principales divisions de l'ouvrage, pour donner une idée de son importance.

Il comprend : L'alcool. — Les matières premières et leur composition chimique. — L'examen des éléments alcoolisables contenus dans les matières premières. — Lemalt. — La cuisson, la macération et la saccharification des matières farineuses dans le malt. — Le travail des grains. — La fermentation. — La préparation du levain. — La pratique de la fermentation. — La fabrication de la levûre. — Le travail des matières amylacées par les acides. — L'alcoolisation de la betterave, des topinambours et des mélasses. — La distillation. — L'épuration et la rectification de l'alcool. — Les résidus de la distillation. — Le contrôle du travail et l'analyse des matières premières.

Parmi les différents chapitres que nous venons d'énumérer, nous avons remarqué que le travail des grains et des matières amylacées par le malt avait été traité avec tous les développements désirables.

Nous devons en féliciter les auteurs de l'ouvrage, ce mode de travail constituant un véritable progrès.

La distillation des pommes de terre, des betteraves et des topinambours est étudiée dans tous ses détails. Tous ceux qui s'intéressent à la distillerie agricole, ce complément nécessaire d'une bonne exploitation rurale, trouve-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ront dans cette partie de l'ouvrage d'utiles indications sur la mise en œuvre de ces tubercules et l'emploi rationnel de leurs résidus pour la nourriture et l'engraissement du bétail.

En résumé, comme manuel des appareils employés en France et en Allemagne le travail de MM. Fritsch et Guillemin peut être considéré comme suffisamment complet; et il est appelé à rendre service à la distillerie en raison des renseignements intéressants qu'il contient.

Le Comité propose de remercier les auteurs de leur communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : H. MURET, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *avril* 1891.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. LE COLONEL PIERRE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS PAR M. GUILLAUMIN, *directeur des ateliers de la Société des ponts à bascule à Voiron, aux* BASCULES DE SON INVENTION.

M. Guillaumin avait présenté en 1887, à la Société d'Encouragement, un pont à bascule étudié et établi dans le but de supprimer les difficultés souvent insurmontables qu'on rencontre dans la vérification de la justesse des appareils de ce genre.

Cet appareil a été l'objet d'un rapport approuvé le 25 novembre 1887, et la Société, dans sa séance solennelle du 25 décembre suivant, a décerné à M. Guillaumin, pour son remarquable travail, une médaille de platine.

Depuis cette époque, l'inventeur a constamment travaillé à perfectionner son œuvre, et en particulier à appliquer son mode de vérification de justesse aux instruments divers employés au pesage des objets de toutes grandeurs et de tous poids.

Des appareils ainsi agencés ont figuré à l'Exposition universelle de 1889, et leur auteur a obtenu, dans la classe 52, une médaille d'argent et, dans la classe 61, une mention honorable. M. Guillaumin sollicite aujourd'hui la faveur d'ajouter à ces récompenses l'approbation de la Société d'Encouragement pour les nouveaux résultats obtenus depuis le rapport de 1887.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Comité des arts mécaniques, à qui cette demande a été soumise, croit devoir, pour la description du système vérificateur, renvoyer au rapport de 1887, inséré dans le numéro du *Bulletin* de février 1888, et se borne à signaler à la Société deux des principales modifications :

1° L'application des dispositions de l'appareil vérificateur aux instruments des différents systèmes construits antérieurement. Cette application, variant avec chaque pont à bascule ou chaque romaine, ne saurait être décrite en détail dans un rapport comme celui-ci. On peut affirmer que ses

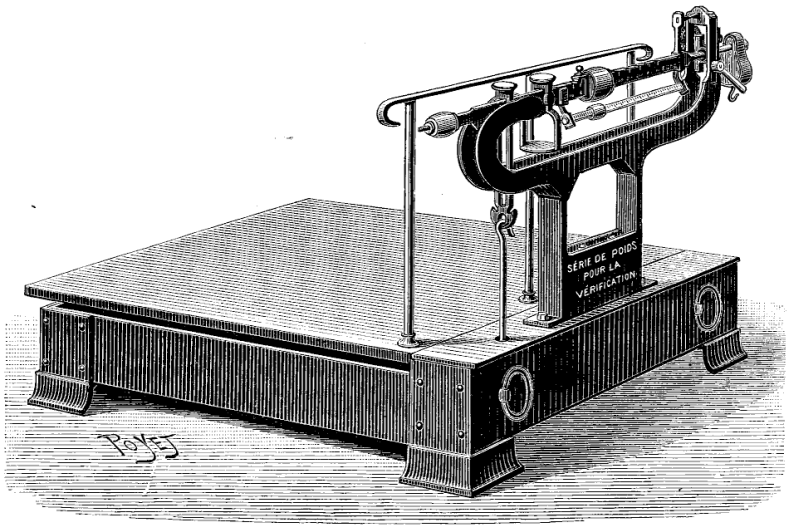


Fig. 1. — Bascule Guillaumin à système vérificateur.

bons résultats sont constatés par le grand nombre d'appareils modifiés d'après les commandes du Ministère de la guerre, des chemins de fer de l'État, de la ville de Paris, etc., et de plusieurs grandes maisons de commerce.

2° En 1887, votre rapporteur exprimait le désir de voir se réaliser l'application de ce système de vérification aux petites bascules du commerce et de l'industrie, considérant que si les gros instruments de pesage ont besoin d'être facilement et rapidement vérifiés, afin de donner à leurs opérations une sanction constante de leur exactitude, les petites bascules ont le même besoin de cet organe de sécurité publique.

Depuis lors, M. Guillaumin est parvenu à résoudre ce problème. Quatre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

types d'appareils vérificateurs de différentes grandeurs, destinés aux machines suivantes, savoir : 1° une petite bascule d'usine de la force de 1000 kilog.; 2° un appareil à peser les métaux au détail; 3° un appareil à peser les marchandises en sacs; 4° une bascule ordinaire de magasin de la

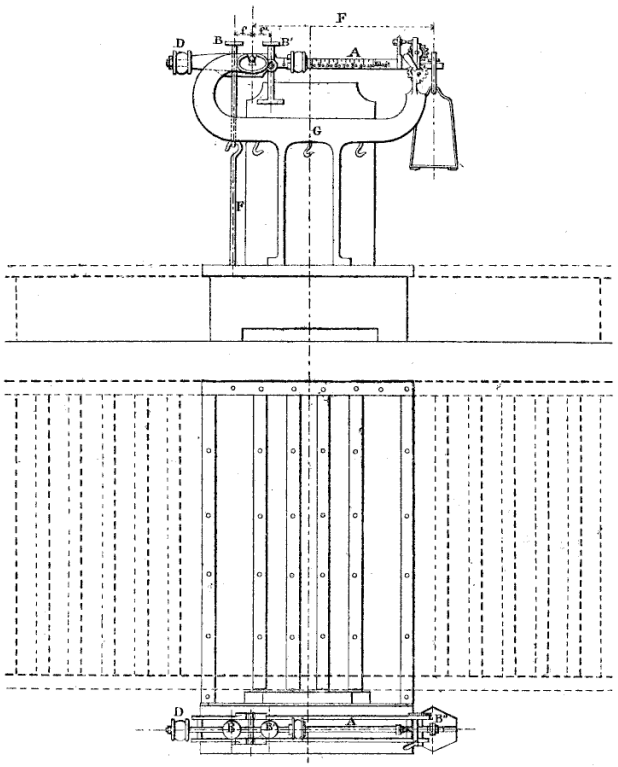


Fig. 2. — Vue en projections d'une petite bascule du commerce.

force de 500 kilog., ont été établis, de telle sorte que ces quatre machines portent avec elles les organes de leur propre vérification.

Ces vérificateurs ont été examinés et approuvés par la commission de métrologie après constatation des résultats obtenus.

En indiquant sommairement dans son rapport les nombreux et intéressants travaux de M. Guillaumin, votre Comité des arts mécaniques est d'avis qu'il serait très utile, pour le commerce, d'appeler de nouveau l'attention du public sur les appareils établis par cet inventeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, il a l'honneur de vous proposer de remercier M. Guillaumin de son intéressante communication, et de faire insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, en y ajoutant les dessins ci-joints avec légende explicative qui représentent l'un des types examinés.

Signé : A. PIERRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 10 *avril* 1891.

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT UNE BASCULE DE M. GUILLAUMIN

Figure 1. Vue perspective de la bascule avec son système vérificateur.
Figure 2. Vue en plan et en élévation d'une petite bascule du commerce.
A, Fléau de la bascule.
B, B′, Plateaux pour la vérification.
B″, Plateau pour les pesées.
D, Poids de réglage.
F, Tige reliant le fléau au tablier de la bascule.
G, Bâti de l'appareil de pesage.

Rapports des bras des leviers $f = f'$; $\frac{F}{f} = 10$. Le rapport des leviers inférieurs de la bascule est aussi égal à 10.

ARTS MÉCANIQUES

SUR DIVERS MOYENS DE TROUVER LA DISTANCE SPHÉRIQUE DE DEUX POINTS GÉOGRAPHIQUES DONNÉS, PAR M. ED. COLLIGNON, MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES (1).

La distance à vol d'oiseau de deux points géographiques donnés est aisée à obtenir quand on dispose d'un globe terrestre, mais il est presque impossible de la déterminer par des mesures directes prises sur une carte, à moins que les deux points ne soient très rapprochés. Dès qu'ils sont un peu éloignés l'un de l'autre, on aurait d'abord à tracer sur la carte l'arc de grand cercle qui joint les deux points, puis à évaluer les éléments successifs de cet

(1) Communication faite le 25 mars 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arc avec des échelles variables. Il vaut mieux recourir à la trigonométrie sphérique, et chercher le troisième côté du triangle qui a pour sommets le pôle du globe et les deux points donnés. Appelons :

λ la latitude du premier point,

λ' la latitude du second,

L la différence de leurs longitudes,

et φ la distance sphérique à déterminer; on connaît dans le triangle deux côtés, $\frac{\pi}{2} - \lambda$, $\frac{\pi}{2} - \lambda'$, et l'angle L compris entre eux; le côté cherché φ est opposé à l'angle L, et donné par la relation

$$\cos\varphi = \sin\lambda \sin\lambda' + \cos\lambda \cos\lambda' \cos L. \tag{1}$$

On sait comment on peut rendre cette formule calculable par logarithmes. Nous rappellerons seulement ici la transformation de la même formule que nous avons donnée à Blois, le 6 septembre 1884, au Congrès de l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, et qui permet l'emploi de la table des sinus naturels :

$$\cos\varphi = \tfrac{1}{4}\left\{\begin{array}{l} \cos(\lambda - \lambda' - L) + 2\cos(\lambda - \lambda') + \cos(\lambda - \lambda' + L) \\ + \cos(\lambda + \lambda' - L) - 2\cos(\lambda + \lambda') + \cos(\lambda + \lambda' + L) \end{array}\right\}. \tag{2}$$

On peut aussi, au lieu de pousser jusqu'au bout la transformation qui ramène l'équation (1) à la forme (2), s'arrêter à des relations intermédiaires. On a identiquement

$$\sin\lambda \sin\lambda' = \tfrac{1}{2}[\cos(\lambda - \lambda') - \cos(\lambda + \lambda')],$$
$$\cos\lambda \cos\lambda' = \tfrac{1}{2}[\cos(\lambda - \lambda') + \cos(\lambda + \lambda')].$$

Posons, pour abréger l'écriture,

$$\cos(\lambda - \lambda') = m,$$
$$\cos(\lambda + \lambda') = n,$$
et $$\cos L = x.$$

Si l'on substitue ces valeurs dans l'équation (1), elle devient, soit

$$\cos\varphi = \frac{m-n}{2} + \frac{m+n}{2}x, \tag{3}$$

soit

$$\cos\varphi = \frac{m}{2}(1+x) - \frac{n}{2}(1-x). \tag{4}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les formes équivalentes (2), (3) et (4), se prêtent à des constructions simples, et les deux dernières conduisent chacune à la construction d'un abaque particulier. En effet :

1° L'équation (2) montre que l'inconnue cos φ est l'abscisse du centre de gravité de six masses proportionnelles aux nombres

$$+1, \quad +2, \quad +1, \quad +1, \quad -2, \quad +1,$$

placées respectivement sur un cercle aux points définis par des angles égaux à

$$\lambda-\lambda'-L, \quad \lambda-\lambda', \quad \lambda-\lambda'+L, \quad \lambda+\lambda'-L, \quad \lambda+\lambda', \quad \lambda+\lambda'+L;$$

2° L'équation (3) représente, en coordonnées rectangles, une droite dont les coordonnées sont x et cos φ; elle a $\frac{m+n}{2}$ pour coefficient d'inclinaison et $\frac{m-n}{2}$ pour ordonnée à l'origine;

3° L'équation (4) peut être ramenée, en posant

$$y=\frac{m}{2}(1+x) \tag{5}$$

$$y'=\frac{n}{2}(1-x), \tag{6}$$

à la forme $\cos\varphi = y - y'$; de sorte que l'inconnue cos φ est la différence entre les ordonnées y et y' des deux droites (5) et (6), qui pivotent, l'une autour du point fixe $x = -1$, $y = 0$, l'autre autour du point fixe $x = +1$, $y = 0$.

Avant de développer les solutions qui dérivent de ces diverses interprétations, nous devons définir ce que nous entendons par l'*échelle des cosinus*.

Échelle des cosinus. — D'un point O comme centre, avec l'unité OA pour rayon, décrivons une circonférence (fig. 1); coupons-la par un diamètre AB, et partageons la demi-circonférence en un nombre quelconque de parties égales aux points a, b... g. Projetons les points de division en a', b'... g' sur le diamètre. Nous formons ainsi sur AB une échelle dont les divisions correspondent point pour point aux arcs projetés. Prenons l'extrémité B pour origine des arcs; le centre O sera l'origine des cosinus, et le sens positif sera pour eux le sens OB. A un cosinus Ob' correspond un arc Bb, et un angle au centre BOb. Au cosinus — Og' correspond l'arc Bbg, et l'angle au centre BOg. Si l'on prolonge la division dans la seconde demi-circonférence, on obtient les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

points $g_1, \ldots b_1, a_1$, symétriques des précédents, et auxquels correspondent, sur le diamètre, les mêmes points $g', \ldots b', a'$. C'est à l'échelle ainsi divisée que nous donnerons le nom d'*échelle des cosinus*. Nous supposerons qu'aux points $a', b', \ldots g'$ on inscrive les arcs successifs Ba, Bb,... Bg. Un point quelconque m', pris sur l'échelle, porte une cote qui définit l'arc Bm correspondant. A chaque point de l'échelle correspond un angle, et un seul si l'on n'admet que les angles compris entre 0 et π; deux, si l'on admet les angles compris entre 0 et 2π. On pourra, grâce à ces inscriptions de cotes, isoler le diamètre divisé AB de la circonférence qui a servi à opérer le partage.

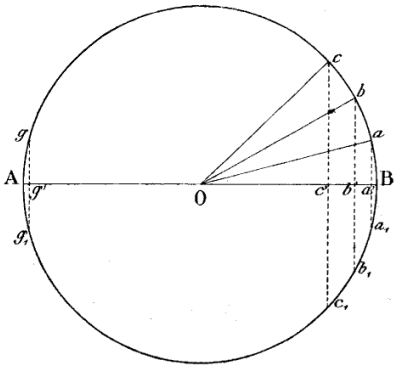


Fig. 1.

Les points B, a', $b'\ldots$, g', A, g', $\ldots b'$, a', B,... peuvent être regardés comme les positions successives occupées au bout de temps égaux, par un mobile M qui oscillerait du point B au point A, puis du point A au point B, en subissant de la part du point O une attraction proportionnelle à la distance OM.

Solution du problème par la recherche d'un centre de gravité.

Prenons (fig. 2) dans le cercle de rayon 1 les angles

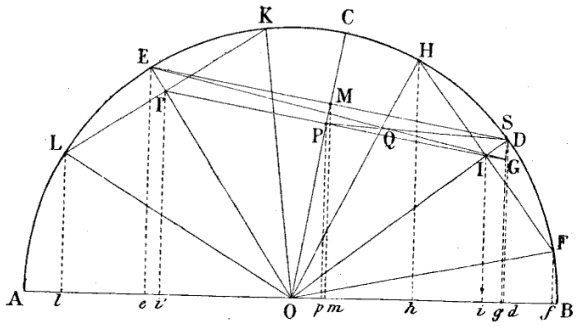


Fig. 2.

$$\text{COB} = \lambda,$$
$$\text{COD} = \text{COE} = \lambda',$$
$$\text{FOD} = \text{HOD} = \text{KOE} = \text{LOE} = \text{L}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous aurons

$$\begin{aligned} \text{DOB} &= \lambda - \lambda', \\ \text{HOB} &= \lambda - \lambda' + \text{L}, \\ \text{FOB} &= \lambda - \lambda' - \text{L}; \\ \text{EOB} &= \lambda + \lambda', \\ \text{KOB} &= \lambda + \lambda' - \text{L}, \\ \text{LOB} &= \lambda + \lambda' + \text{L}. \end{aligned}$$

Supposons des masses égales à + 1, + 2, + 1, + 1, — 2, + 1 placées aux points F, D, H, K, E, L; le problème sera ramené à chercher l'abscisse, rapportée à l'origine O, du centre de gravité de ces six masses.

Le centre de gravité des quatre masses égales à l'unité placées en F, H, K, L est au point P, milieu de la droite qui joint les milieux, I et I', des cordes HF, KL; la masse 4, placée en P, composée avec la masse 2 placée en D, a pour résultante une masse 6 placée en Q, sur la droite PD, au tiers à partir du point P. Il faut enfin composer la masse 6, placée en Q, avec la masse — 2 placée en E. Le centre de gravité cherché G doit être sur la droite II'; car on l'obtiendrait en composant la masse 4, placée en P, avec une masse nulle, résultante du couple des masses égales et contraires, + 2 et — 2, placées en D et E; cette résultante est infiniment éloignée sur la direction LD, ce qui revient à dire qu'elle est située à l'infini sur la direction parallèle II'. Donc enfin le point G est à l'intersection des droites II' et EQ. On peut observer que PG doit être égale à MD, de sorte que le point G s'obtiendra plus simplement, en projetant le point D sur la droite II'. Projetons ensuite G en g sur AB, nous aurons en Og le cosinus de l'arc φ, et l'arc φ lui-même s'obtiendra en BS, entre l'origine des arcs et la perpendiculaire Gg à OB.

Si l'on projette sur le diamètre AB, gradué comme une échelle de cosinus, tous les points F, D, H, K, E, L, l'opération reviendra à chercher le centre de gravité des 4 masses 1, des masses 2 et — 2, attribuées aux projections des six points pris sur le cercle. On prendra les milieux i et i' des segments fh et kl, puis le milieu p de l'intervalle ii'; on prendra le milieu m de l'intervalle de; et prenant un segment dg égal au segment pm, de manière que les segments pg et md soient égaux entre eux, on aura en g le centre de gravité cherché. Il définit sur l'échelle des cosinus ayant en B le zéro des arcs, un arc égal à la distance φ.

Ces diverses constructions se font très aisément en plaçant verticalement, à distances égales l'une au-dessous de l'autre, cinq échelles de cosinus, graduées dans le même sens (fig. 3).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On prendra le point f sur la première ligne, le point d sur la seconde, les points h et k sur la troisième, le point e sur la quatrième, le point l sur la cinquième. Les droites $l\,k$, $h\,f$ donnent les points i' et i, sur les lignes 2 et 4, et la droite ii' fait connaître le point p sur la ligne 3. De même ed fait connaître le point m. Il suffit de prendre $dg = pm$, en renversant le sens du segment pm pour en faire le segment dg, pour avoir le point g qui définit la distance cherchée.

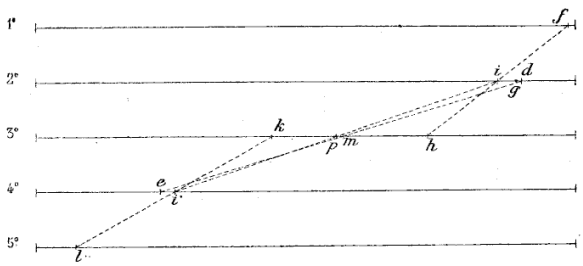


Fig. 3.

La raison de ce renversement de sens est que pm et dg sont les projections sur le diamètre AB des côtés opposés PM et DG du rectangle DGPM.

Solution au moyen de droites. — Reprenons l'équation

$$\cos\varphi = \frac{m-n}{2} + \frac{m+n}{2}x. \tag{3}$$

Supposons données les quantités m et n, égales respectivement à

$$\cos(\lambda - \lambda) \text{ et à } \cos(\lambda + \lambda').$$

Traçons dans un plan deux axes que nous supposerons rectangulaires, bien que cette condition ne soit pas indispensable (fig. 4).

Si nous faisons successivement dans l'équation $x = +1$ et $x = -1$, nous trouvons $\cos\varphi = m$, $\cos\varphi = -n$. Prenons donc sur l'axe des x deux abscisses $OB = OA = 1$, l'une dans le sens positif, l'autre dans le sens négatif; puis sur les verticales indéfinies BB', AA', prenons $BM = m$ dans le sens positif, $AN = n$ dans le sens négatif. La droite NM sera la droite de l'équation (3); pour une abscisse quelconque $x = \cos L = OP$, la droite a pour ordonnée $PQ = \cos\varphi$; pour obtenir l'arc φ, il suffira donc de projeter le point Q en Q′ sur la droite BB'; si cette droite est divisée comme une échelle de cosinus, le nombre inscrit en Q′ sera la mesure de l'arc cherché.

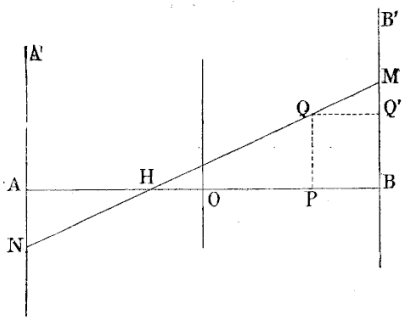


Fig. 4.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si, par exemple, on fait $x = -$ OH, le segment PQ correspondant se réduit à 0, et la distance φ est égale à 90°.

L'équation

$$\cos\varphi = \frac{m}{2}(1+x) - \frac{n}{2}(1-x), \tag{4}$$

dans laquelle nous ferons

$$y = \frac{m}{2}(1+x), \tag{5}$$

$$y' = \frac{n}{2}(1-x), \tag{6}$$

donne lieu à une construction analogue (fig. 5).

Prenons à part l'équation (5); pour $x = -1$, y est toujours nul; pour $x = +1$, $y = m =$ BM. La droite AM est celle de l'équation (5).

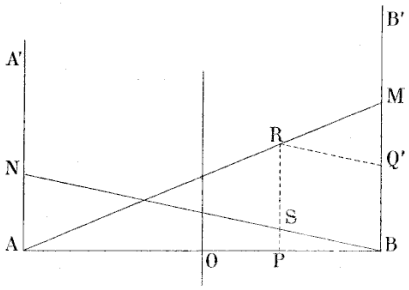


Fig. 5.

L'équation (6) donne $y' = 0$ pour $x = +1$, et $y' = n$ pour $x = -1$; la droite correspondante est BN, en prenant $n =$ AN dans le sens positif.

Ces deux droites (5) et (6) coupent la verticale du point P, correspondante à $x = \cos L =$ OP, en deux points R et S, et l'intervalle $RS = y - y'$ est égal à $\cos\varphi$. Pour évaluer l'angle φ, il suffira de ramener en BQ′ le segment SR, et de lire l'arc φ sur l'échelle des cosinus au point Q′.

Il est facile de vérifier l'identité des résultats obtenus par les deux méthodes. Si l'on prend dans le sens négatif (fig. 4 et 5) AN′ = AN, et qu'on joigne MN′, on aura $RQ = AN' \times \frac{BP}{BA}$ et de même $SP = AN \times \frac{BP}{BA}$; donc SP = RQ, et les segments PQ et RS sont égaux dès que AN et AN′ sont les mêmes. Le point où se coupent les deux droites AM, BN, est sur la verticale du point de rencontre de MN′ avec l'axe AB.

Construction et usage des abaques donnant la distance sphérique φ. — Chacune des deux épures que nous venons de définir se prête à la construction d'un abaque particulier, que nous désignerons par les expressions : *abaque à une ligne, abaque à deux lignes* (pl. 61 et 60).

Les ordonnées telles que BM, AN, AN′, égales aux quantités m, n, va-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rient entre + 1 et — 1. La portion utile de la figure est donc limitée à l'intérieur d'un carré que l'on obtiendra en recoupant les verticales AA′, BB′ par des horizontales menées à une distance de l'origine O des coordonnées égale à l'unité.

Nous obtenons ainsi le carré CEFD (fig. 6 et 7). Nous partagerons les quatre côtés de manière à former l'échelle des cosinus. La graduation de ces quatre échelles sera la même dans les deux abaques pour les trois échelles CD, CE, DF. Le zéro des arcs est au point C pour les deux premières, au point D pour la troisième. Quant au côté EF, les cotes de l'échelle iront en montant dans le sens FE pour l'abaque à une ligne, et en montant dans le sens EF pour l'abaque à deux lignes.

1° *Abaque à une ligne* (pl. 61).

Les trois échelles CD, DF, FE sont graduées dans le même sens pour un point qui parcourrait le contour CDFE dans le sens même où les lettres sont écrites. L'échelle CE est graduée dans le sens CE, opposé au sens dans lequel le point mobile achèverait le circuit (fig. 6).

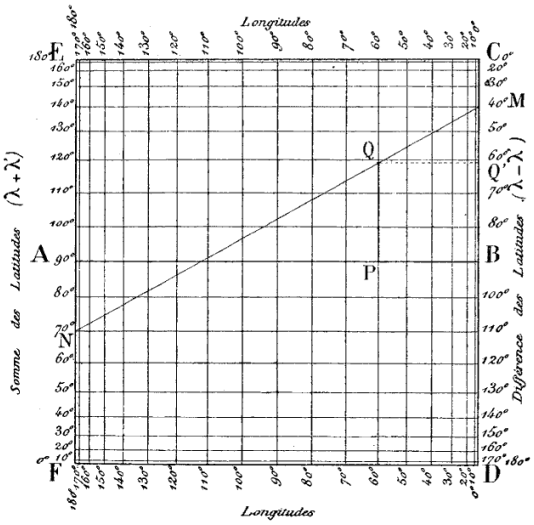


Fig. 6.

Si l'on prend en N, sur l'échelle de gauche, la somme $\lambda+\lambda'$ des latitudes, et en M, sur l'échelle de droite, la différence $\lambda-\lambda'$ de ces mêmes latitudes (le signe de cette différence est indifférent, puisqu'il s'agit des cosinus), il suffira de mener la droite MN pour trouver sur la verticale correspondante à la valeur de L le segment PQ qui représente $\cos\varphi$. Les horizontales de l'abaque, qui joignent d'un côté à l'autre les cotes supplémentaires des deux échelles verticales, servent à reporter le point Q en Q′ sur l'échelle de droite, où se fait la lecture de la distance φ.

La construction à faire, après la graduation des échelles, est donc le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tracé des verticales et des horizontales, ou le partage du carré à la façon d'un damier à cases inégales.

La droite MN qui donne la solution n'est pas tracée à l'avance. On la met en place d'après les données propres à chaque cas particulier. On se sert pour cela soit d'une règle, soit d'un fil tendu, soit d'un transparent sur lequel une droite est tracée, et qu'il suffit de superposer à l'abaque, soit enfin de l'ombre d'une aiguille implantée en M ou en N perpendiculairement au plan de la figure, et éclairée par une lumière un peu éloignée; on règle les positions relatives de la lumière et de l'abaque de manière que l'ombre portée aille passer par le second point N ou M.

Cet abaque a été construit par M. d'Ocagne, ingénieur des ponts et chaussées (1), qui a appliqué à la solution du problème la méthode des *coordonnées parallèles*.

2° *Abaque à deux lignes* (pl. 60).

Dans cet abaque, les échelles de cosinus inscrites sur les côtés ont des sens parallèles deux à deux, CD et EF, DF et CE. Les droites (5) sont des rayons émanant du point A et aboutissant aux divisions du côté opposé CD; les droites (6) sont des rayons qui joignent le point B aux divisions du côté EF. Les verticales des longitudes sont conservées comme dans l'abaque à une ligne (fig. 7).

Deux droites BN, AM, de deux systèmes différents, correspondantes à la somme $\lambda+\lambda'$ et à la différence $\lambda-\lambda'$ des latitudes données, interceptent sur la verticale de la longitude L un segment RS

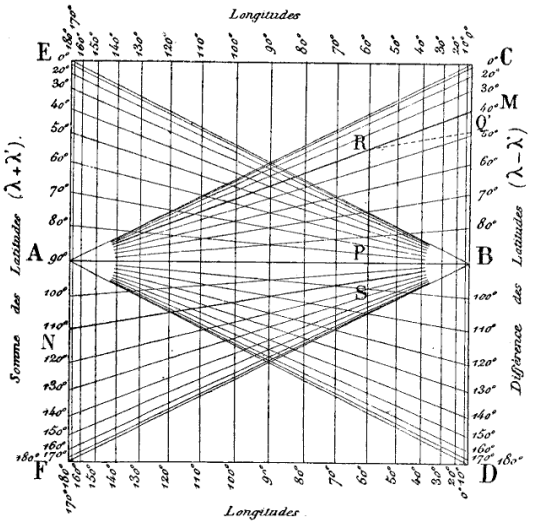


Fig. 7.

(1) Présenté le 18 mars à la Société mathématique de France, et le 24 mars à la conférence faite par M. d'Ocagne à l'École des Ponts et Chaussées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui est le cosinus de la distance φ correspondante aux données dont on a fait usage.

L'abaque à deux lignes est celui que nous avons présenté à la Société d'Encouragement dans sa séance du 13 mars 1891. Comme nous l'avons fait remarquer à cette séance, on peut se borner à tracer sur l'épure les verticales des longitudes, et les échelles des côtés CD et EF; on remplace les deux faisceaux de lignes obliques par deux fils, articulés respectivement en A et en B, et que l'on peut tendre l'un de A en M, l'autre de B en N; l'intervalle intercepté sur la verticale (L) donne à vue le cosinus de l'angle φ. Pour évaluer cet angle, on se sert de l'échelle CD, où l'on porte le segment RS lui-même, le point S venant en B, et le point R en R′. Ce report se fait soit au compas, soit à l'aide d'une bande de papier mobile sur laquelle on relève le segment RS. Cette dernière opération est identique à celle que l'on fait pour évaluer la distance de deux points très rapprochés pris sur une carte particulière; on relève cette distance au compas et on la porte sur l'échelle; c'est ce que nous faisons ici, dans des conditions toutes spéciales, pour déduire la distance φ du segment RS qui la définit sans ambiguïté (1).

ARTS ÉCONOMIQUES

SUR LA SITUATION ACTUELLE DU GAZ AU POINT DE VUE DE L'ÉCLAIRAGE, DE LA VENTILATION ET DE LA PHOTOMÉTRIE, PAR M. AUGUSTE LÉVY, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, INGÉNIEUR DE LA COMPAGNIE PARISIENNE DU GAZ (2).

B. **VENTILATION PAR LE GAZ CONSOMMÉ POUR L'ÉCLAIRAGE.** — La ventilation des locaux habités est indispensable pour la santé humaine. Le soir surtout, alors que les réunions sont nombreuses et que l'éclairage contribue

(1) Les abaques que nous venons de décrire résolvent ce problème de trigonométrie sphérique : résoudre un triangle, connaissant soit deux côtés et l'angle compris, soit les trois côtés. La même solution peut s'étendre dans les mêmes cas aux triangles rectilignes. Au lieu des cosinus des angles $\lambda - \lambda'$, $\lambda + \lambda'$, il faut alors porter sur les verticales A A′, B B′, des quantités proportionnelles aux carrés $(a-b)^2$, $(a+b)^2$, des sommes et des différences de deux des côtés donnés. L'échelle des cosinus est maintenue en A B pour l'angle compris.

(2) Communication faite le 27 février 1891. Voir le *Bulletin* de mai 1891, page 241.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à élever la température, on sent plus vivement le besoin d'un renouvellement de l'air.

A cela, on répondra que si le gaz, l'huile, le pétrole, les bougies, etc., répandent, dans l'intérieur d'un local, de la chaleur, l'éclairage électrique est presque indemne de ce défaut. Cela est exact; mais l'éclairage électrique ne renouvelle pas l'air des locaux, et l'on connaît la nécessité d'enlever de l'atmosphère les principes nuisibles provenant de la respiration humaine.

On s'explique néanmoins le nombre restreint des installations, y compris celles où existe l'éclairage électrique, pourvues d'une ventilation suffisante, par la crainte des frais supplémentaires ainsi occasionnés.

Aussi, est-il utile de rappeler que le gaz d'éclairage est un agent puissant et économique d'hygiène lorsqu'on le fait servir à la ventilation des locaux.

Une ventilation rationnelle comprend : une entrée d'air pur venant du dehors, l'évacuation de l'air vicié.

L'introduction de l'air se fait, soit par les appareils de chauffage, soit par des conduits spéciaux disposés de la même façon que ceux de ces appareils.

Nous ne nous occuperons ici que de l'évacuation de l'air vicié.

Les personnes présentes dans un local et l'éclairage intérieur de ce local vicient l'air par la production d'acide carbonique, de vapeur d'eau et par le nombre de calories produites.

La proportion d'acide carbonique, qui est de 0,0004 à 0,0006 dans l'air pur, peut augmenter jusqu'à 0,0022 ou 0,0030 sans inconvénient; elle est gênante à 0,0047 et rend l'atmosphère lourde et insupportable à 0,0087 (expériences Péclet et Leblanc).

A titre de renseignement, disons que la quantité d'acide carbonique produite par la respiration humaine est d'environ 20 litres par heure. En admettant le chiffre de 20 litres, et si on ne veut pas que la proportion de ce gaz dans l'air dépasse 0,001, il faut fournir 40 mètres cubes d'air par heure et par personne.

De même l'homme produit environ 600 grammes de vapeur d'eau par heure. Il est salubre de ne pas se trouver dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau. Pour arriver à ce résultat, on conclut qu'il faut fournir de 20 à 60 mètres cubes d'air par heure et par personne, suivant que le local est saturé déjà à 1/2 ou aux 3/4.

Le tableau ci-contre indique les consommations de chacun des combustibles (huile, pétrole, bougie, gaz) pour produire l'équivalent comme lumière de 1 carcel-heure. Il indique : 1° le nombre de calories répandues dans l'intérieur des locaux par ces diverses façons de produire 1 carcel-heure (on y trouve également le nombre de calories dégagées par une personne); 2° la quantité d'acide carbonique produite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES COMBUSTIBLES.	CONSOMMATION horaire pour une carcel-heure.	NOMBRE de calories pour une carcel-heure.	VOLUME d'acide carbonique en litres.
Becs-bougies, de gaz.	200 litres	1040	»
Bougies « de l'Étoile » ou stéariques.	70 grammes	700	39
Becs papillons, de gaz.	127 litres	660	84
Becs de gaz, type Bengel.	105 litres	546	71
Becs de gaz à verre de forte consommation. . . .	90 litres	468	61
Lampes à huile.	42 grammes	420	58,5
Lampes à pétrole.	39 grammes	390	48
Lampes à gaz à récupération de faible consommation.	50 litres	260	33,85
Lampes à gaz à récupération de forte consommation.	30 litres	156	20,3
Une personne ; nombre de calories dégagées par heure.		100	20

On voit que les lampes à récupération de petits modèles (60 à 120 litres de consommation totale de gaz à l'heure) se recommandent par leur économie et par le peu de chaleur produite relativement, même en supposant que les produits de combustion se répandent dans les locaux et qu'elles produisent également peu d'acide carbonique; mais ce dernier résultat n'est dû qu'à leur économie de consommation de gaz. D'après les travaux du général Morin, et en ne citant que les chiffres extrêmes, il faut : 15 mètres cubes par personne et par heure pour les écoles d'enfants; 150 mètres cubes par personne et par heure pour les salles d'hôpitaux affectés à des maladies contagieuses.

Les éclairages ordinaires exigent un cube d'air à baser sur les chiffres suivants pour une quantité de lumière équivalente à la carcel-heure :

Bougies	42	mètres cubes.
Lampes à huile.	25	—
Gaz — Becs à verre	22	—
Gaz — Becs à récupération, petite consommation. . . .	$12^{m3},5$	
Gaz — — grosse —	7	—

Les cubes d'air par heure et par personne (15 à 150 mètres cubes) sont loin de ce qu'indique Péclet au point de vue théorique, 1/3 de mètre cube, mais il n'y a contradiction que d'une façon apparente.

Le 1/3 de mètre cube suffirait s'il était aspiré complètement par la personne, tandis que l'air de ventilation est, en réalité, dilué dans le cube total de la pièce.

Rappelons que les expériences de Pettenkofer ont montré que, malgré les différences de densité, on trouve des proportions d'acide carbonique plus grandes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans la partie supérieure d'une pièce que dans la partie inférieure; il en est de même très probablement pour l'hydrogène sulfuré.

L'air le plus altéré chimiquement est plutôt dans le haut des pièces, car l'air expiré étant plus chaud tend à monter; la bouche des individus est dans une couche relativement pure et, quelle que soit la porte ouverte à l'air extérieur, s'il n'est lui-même plus chaud que l'air de la pièce, il se place naturellement en bas, pour s'élever ensuite à mesure qu'il s'échauffe à son tour par la respiration. Les phénomènes naturels semblent donc indiquer la ventilation de bas en haut, plutôt que l'inverse.

L'air venant de haut en bas ramène en effet l'air vicié des couches supérieures vers les personnes présentes. Enfin, avec la *ventilation renversée*, on lutte contre les forces naturelles, au lieu de les utiliser; on se crée des difficultés et on s'impose des dépenses dont une bonne part est inutile.

L'évacuation de l'air vicié, par le haut, ou ventilation ordinaire, est plus particulièrement indiquée avec le gaz d'éclairage. Nous allons citer quelques exemples d'application de ce procédé.

Déjà, en 1859, le Dr Tavignot avait imaginé de recueillir les produits de la combustion, se dégageant d'un bec de gaz, et de les évacuer au dehors par un tuyau de dégagement.

Le rapport présenté par M. Babinet à l'Académie des sciences, relativement aux appareils du Dr Tavignot, concluait à leur supériorité, au point de vue de l'hygiène sur les autres appareils d'éclairage.

Certains brûleurs, les sun-burners et surtout les lampes à récupération, se prêtent très bien à l'utilisation de l'éclairage comme moyen de ventilation. En dehors des heures d'éclairage, le renouvellement de l'air sera assuré par une consommation de gaz pouvant ne pas dépasser le 1/10 de ce qu'elle est pendant les heures d'allumage; et, ce résultat est facilement obtenu, soit par la mise en veilleuse d'un certain nombre de brûleurs, soit par la disposition, à la base de la cheminée d'appel recevant les produits de combustion de tous les becs d'une rampe spéciale, invisible d'ailleurs de l'intérieur du local. Cette consommation de gaz, équivalente au 1/10 de ce qu'elle est en plein pour l'éclairage, ne procure pas évidemment la même ventilation que dans ce dernier cas, mais une proportion très importante qui peut aller aux 3/4 de cette ventilation complète du soir.

Emploi des brûleurs-soleils. — La nécessité de modérer la chaleur déversée dans les lieux de réunion conduisit, il y a plus de trente ans, en Angleterre, à la création des appareils connus sous le nom de *sun-burners* (brûleurs-soleils).

C'est avec ces appareils que fut faite, en 1886, à la salle de l'Odéon, à Munich, une installation complète d'éclairage et de ventilation par le gaz.

En voici les points principaux :

La salle, construite en 1825, était éclairée à l'origine par 140 lampes à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'huile. Plus tard, en 1846, cet éclairage fut remplacé par 280 becs de gaz, et, en 1876, le nombre des becs était de 424. Enfin, en 1886 eut lieu l'installation d'éclairage et de chauffage par le gaz qui fonctionne actuellement.

Cette installation fut faite à la suite d'une demande de l'État bavarois tendant à la substitution de l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz existant alors ; on croyait arriver à supprimer les inconvénients d'un échauffement exagéré de la salle et parer ainsi au manque de ventilation. La compagnie du gaz de Munich, dirigée par le Dr Schilling, s'engagea alors à ses risques et périls à réussir avec le gaz et notamment à obtenir :

1° Une économie sur l'installation première telle qu'elle serait faite à l'électricité ;

2° Une dépense journalière moindre ;

3° Une température inférieure à celle que l'on aurait avec l'éclairage électrique.

Le volume de la salle est de 10 000 mètres cubes et le nombre des spectateurs de 1 650.

L'éclairage est obtenu par 8 brûleurs-soleils (fig. 25) consommant chacun en plein $9^{m3},5$ de gaz à l'heure et composés de 115 petites flammes réparties sur un cercle de $0^{m},60$ de diamètre et groupés par 5 becs sur de petits culots distancés de centre en centre de 50 millimètres. Ces brûleurs descendent à $1^{m},50$ du plafond. La consommation horaire totale des brûleurs-soleils est de 76 mètres cubes de gaz.

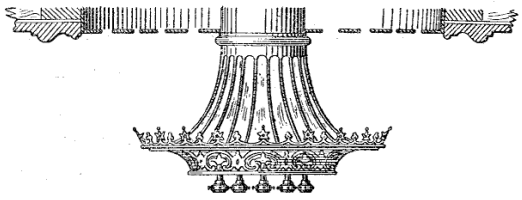


Fig. 25. — Brûleur-soleil.

La ventilation était assurée :

1° Par les brûleurs-soleils ;

2° Par le chauffage de l'air de la salle, c'est-à-dire par son élévation de température par rapport à l'air extérieur ;

3° Par un ventilateur refoulant mû par un moteur à gaz de 2 chevaux.

Le volume total d'air introduit dans la salle a été :

Sans ventilateur, de 26 316 (brûleurs à gaz seuls agents de ventilation ; avec ventilateur, de 39 816 ;

Soit environ 25 mètres cubes par personne et par heure.

Les vitesses d'entrée d'air varient de $1^{m},50$ par seconde à $0^{m},33$ suivant les carneaux observés.

En somme, on a pu renouveler près de trois fois par heure l'air de la salle sans dépense autre que celle du gaz employé à l'éclairage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les brûleurs fonctionnant en veilleuse comme éclairage, on a pu évacuer par les 8 cheminées un volume d'air de 28 622 mètres cubes; et, les brûleurs fonctionnant en plein, 36 706 mètres cubes, soit 500 mètres cubes d'air par mètre cube de gaz brûlé.

Dans l'un et dans l'autre de ces derniers cas, le ventilateur ne fonctionnait pas; il n'entrait par les carneaux d'arrivée que 26 316 mètres cubes, comme il a été dit précédemment, et le surplus était fourni par les portes, parois, planchers, etc.

L'élévation de température, la salle contenant 1 630 personnes, mesurée en 22 endroits différents de demi-heure en demi-heure, n'a pas dépassé 4° à 5°.

La proportion d'acide carbonique a été la suivante :

Dosage fait une heure après la présence des 1 630 personnes : 1,7 p. 1000.

Dosage fait deux heures après la présence ininterrompue des 1 630 personnes : 1,73 p. 1000 ;

C'est-à-dire presque la même quantité.

Nous allons comparer ces résultats avec d'autres obtenus, en 1883, par le Dr Pettenkofer dans la même salle, qui était alors éclairée, comme nous l'avons dit par 424 becs de gaz.

En une demi-heure l'éclairage au gaz seul élevait la température de 10°,5 en moyenne (au lieu de 4 à 5° relevés en 1886).

La proportion d'acide carbonique a été de 4,5 p. 100, alors qu'on n'a pas atteint 2 p. 100 avec l'éclairage actuel.

L'éclairement, mesuré par un photomètre Weber, avait été trouvé bon et bien réparti; il a varié de 0,8 à 1,85 carcel-mètre ou de 8 à 18,5 bougies-mètre.

La comparaison est évidemment en faveur de l'éclairage actuel dont elle montre la supériorité, au point de vue de l'hygiène, sur l'éclairage ancien.

Cette supériorité existe même dans la comparaison suivante, avec les résultats trouvés en 1886 également à Munich, au théâtre de la Cour royale, éclairé exclusivement à l'électricité.

On a trouvé de 7°,4 à 7°,7 d'élévation de température moyenne au théâtre de la Cour, au lieu des 4° à 5° relevés à la salle de l'Odéon.

La proportion d'acide carbonique a atteint 1,85 p. 1000 au lieu de 1,73 p. 1000.

En matière de conclusion, citons ici la fin du rapport du Dr Schilling :

... « Nous sommes persuadés que nos travaux d'hygiène trouveront un accueil favorable et que nous n'aurons plus à entendre parler de chaleur insupportable et d'air vicié dans les lieux publics, étant désormais à même de les éviter et de lutter ainsi contre l'électricité... »

Ventilation par les lampes à récupération. — Ce mode d'application simultané à l'éclairage et à la ventilation des lampes à gaz à récupération, qui a été très appliqué depuis quelques années en France et à l'Étranger, a été l'objet de quelques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

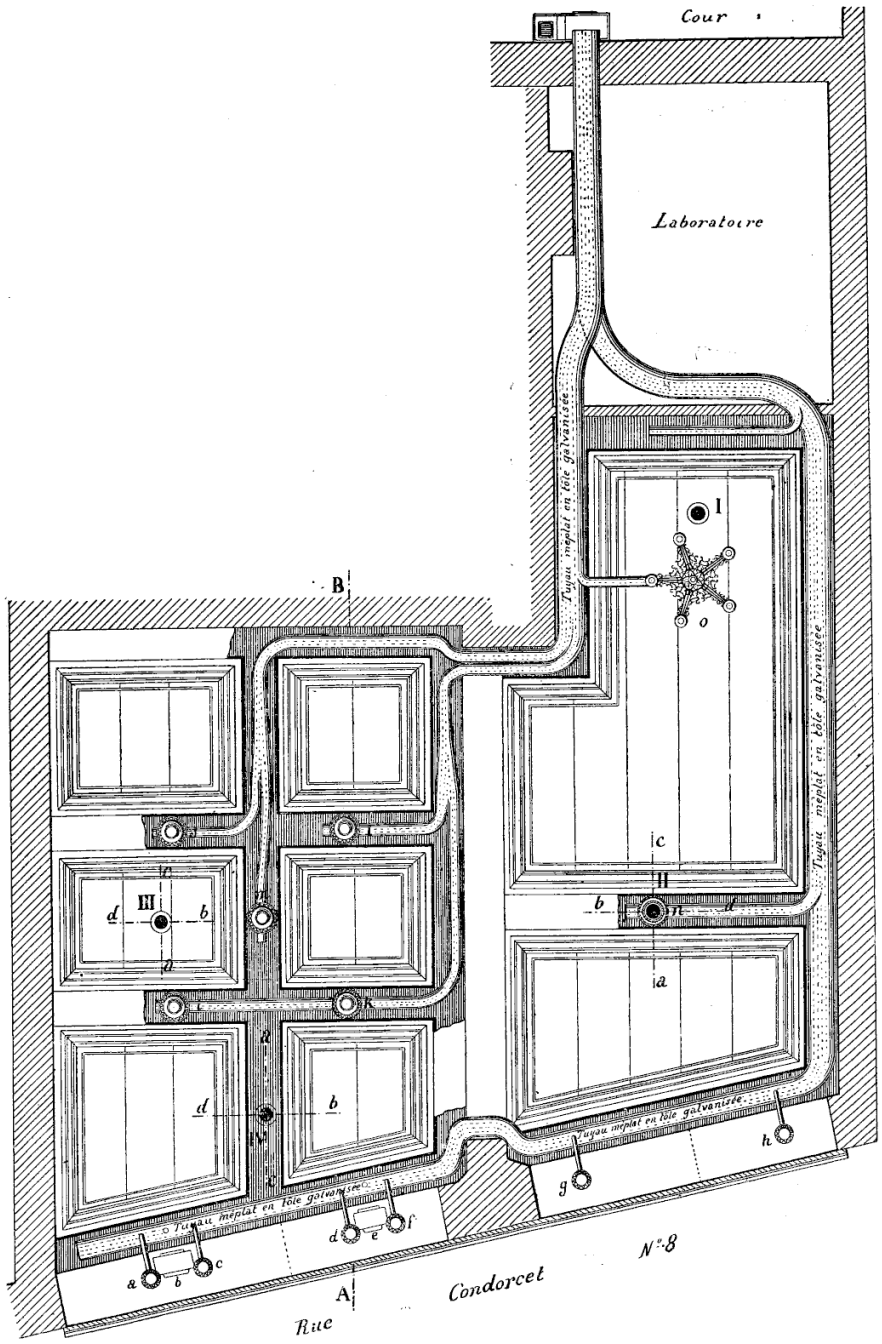


Fig. 26. — Plan du magasin, 8, rue Condorcet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

installations faites sous les auspices de la Compagnie Parisienne du Gaz, dès 1887.

Nous rappellerons, en passant, les dispositions relatives à la ventilation que l'on a pu voir au Pavillon du Gaz à l'Exposition de 1889.

Parmi les installations d'éclairage et de ventilation faites sous les auspices de la Compagnie Parisienne du Gaz, nous allons décrire celle qui a été faite à l'un des magasins d'exposition situé 8, rue Condorcet (fig. 26).

Ce magasin mesure dans la partie accessible au public : en surface $70^{m2},50$, en volume 244 mètres cubes.

La hauteur sous plafond est de $3^{m},50$ seulement.

Depuis 1872, date de l'installation du magasin, jusqu'en septembre 1886, il était éclairé au moyen de becs à verre, avec régulateur Giroud, et des becs papillons, en tout 34 becs, d'une consommation totale de 5 480 litres à l'heure donnant un éclairage d'environ 50 carcels (soit 109 litres de consommation par carcel).

En septembre 1886, ce système d'éclairage fut remplacé par des lampes à récupération ; mais la ventilation n'existait pas encore et la température montait fréquemment à 26 et 28 degrés centigrades, malgré les vasistas ouverts au-dessus des portes d'entrée.

Le système d'éclairage avec ventilation, qui fut installé en septembre 1888, comprend 17 lampes à gaz à récupération, savoir :

6 montées sur rampes à la devanture ;

6 isolées dans l'intérieur du magasin ;

5 groupées en lustre.

Chaque lampe est munie d'un régulateur et la consommation totale est de $3^{m3},250$ à l'heure.

Le plan des flammes est à $2^{m},78$ du parquet.

La ventilation a pour but d'évacuer d'abord les produits de combustion du gaz des locaux éclairés et, en outre, de profiter de la chaleur développée par cette combustion pour renouveler l'air. Ces produits de combustion et cet air appelé du dehors circulent dans des conduits spéciaux dont chaque lampe est un point initial.

Pour certaines lampes, la partie supérieure de la cheminée de chacune d'elles débouche sous le chapiteau d'un tuyau qui se rend dans le conduit général ; d'autres sont enfermées dans une enveloppe métallique ajourée et agrandie, comme le montrent les dessins ci-contre (fig. 27 et 28).

L'air appelé pour la ventilation passe par les vides de l'enveloppe ajourée et débouche directement dans le conduit général.

Dans chaque cas, les produits de combustion sont entraînés, et l'air du local est appelé en quantité qui varie avec la consommation de chaque lampe.

Le réseau ou canalisation générale a été établi en tôle galvanisée ; sa longueur est de $52^{m},45$. Les tuyaux fixés au plafond du magasin ont une section rectangulaire, calculée d'après le volume d'air qui doit y passer, et sont enfermés dans des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caissons en bois de section uniforme, de chaque côté desquels sont accolées des moulures décoratives. L'air qui se trouve entre le tuyau et le caisson forme isolant.

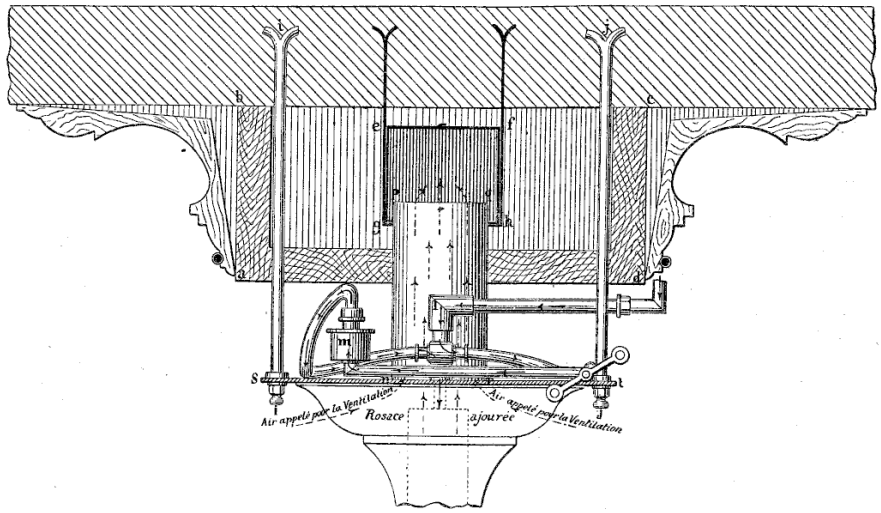


Fig. 27. — Lampe à gaz à ventilation système Cromartie (type de 225 litres), coupe verticale.

La jonction de deux tuyaux se fait toujours en courbe adoucie, et, de plus, les courants continuent à être séparés sur $0^m,60$ de longueur environ de façon qu'ils soient bien parallèles au moment de leur mélange.

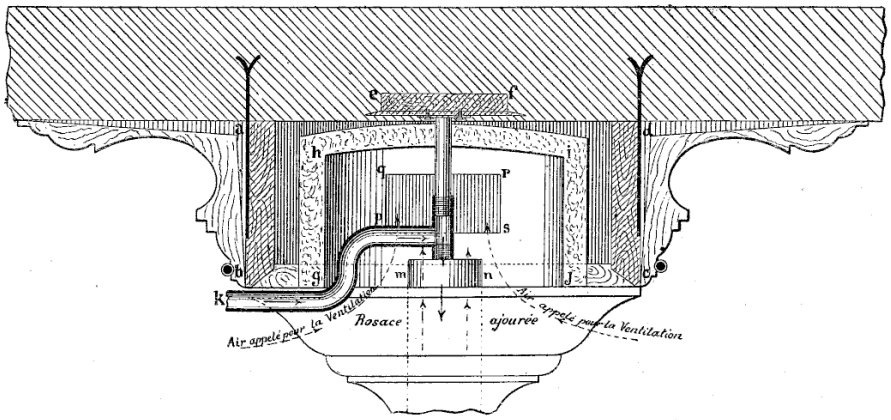


Fig. 28. — Lampe à gaz à ventilation système Wenham, coupe verticale.

Tout le réseau débouche dans un conduit collecteur se rendant dans une cheminée extérieure dont la section est $0^m,25 \times 0^m,30$, et la hauteur, celle de la maison, soit 17 mètres en tout.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour assurer la ventilation en dehors des heures d'éclairage, on a disposé à la base de la cheminée deux brûleurs pouvant consommer 700 litres à l'heure chacun et destinés à fonctionner ensemble ou séparément. On n'a eu recours qu'exceptionnellement à ces brûleurs, et un seul d'entre eux a toujours suffi.

Tout ce qui précède a trait à l'évacuation de l'air appelé du dehors. Dans le cas actuel, l'entrée de l'air se fait par les vasistas, dont la section est de $0^{m2},42$, ce qui donne lieu à une vitesse très réduite de l'air à l'entrée de $0^{m},20$ à $0^{m},30$ au maximum, par seconde.

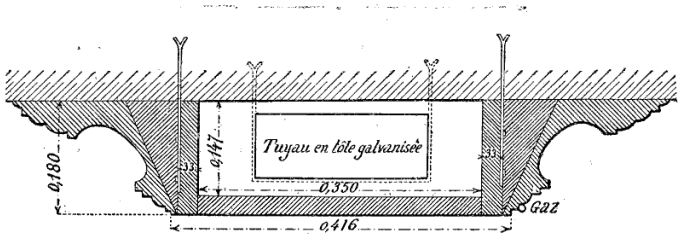


Fig. 29. — Conduite en tôle pour la ventilation.

La canalisation est entièrement dissimulée par les fausses poutres que simulent les caissons. Si le local eût été en construction ou en réfection complète, il eût été beaucoup plus facile de dissimuler les conduites, soit en multipliant les canaux d'évacuation, ce qui eût permis d'en diminuer la section, soit en renfermant le tout dans un faux plafond qu'on aurait pu visiter au besoin.

Des expériences nombreuses ont montré que l'élévation de température après une heure d'allumage est de 1°14; après deux heures, 2°23; après quatre heures, elle n'est que de 3°.

On exagère généralement beaucoup l'inconvénient de la chaleur rayonnante des lampes à récupération. Les expériences relatives à ce fait ont montré qu'à $1_{m},40$ de distance, l'élévation de température due au rayonnement d'un lustre composé de cinq lampes à récupération de 140 litres chacune, soit 700 litres de consommation horaire pour le lustre, n'est plus que de 1°8, c'est-à-dire que si, dans un local, on a la hauteur sous plafond suivante :

Hauteur du lustre sous plafond	1 mètre.
— d'un homme debout	$1^{m},70$
Distance à la flamme des lampes	$1^{m},40$
Au total	4 mètres.

le rayonnement direct est négligeable.

C'est d'ailleurs ce que montre le diagramme ci-contre résumant les diverses expériences faites du 20 au 27 novembre 1888, au moyen d'un thermomètre suspendu horizontalement sous les lampes du lustre et dont la boule était directement exposée au rayonnement.

Ventilation. — Des expériences ont été faites pour connaître :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Le volume d'air renouvelé par heure ;

2° La composition de l'air du local, en ce qui concerne la proportion d'acide carbonique.

La vitesse de l'air dans le tuyau collecteur de ventilation a été mesurée un grand nombre de fois au moyen d'un anémomètre placé en diverses positions.

Les résultats moyens obtenus ont été :

Tirage naturel avant tout allumage.	$0^m,55$	par seconde.
Allumage des six lampes des rampes. Consommation de gaz ($0^{m3},900$).	$0^m,90$	—
Allumage de 4 lampes, soit 800 litres. Consommation totale ($1^{m3},700$).	$1^m,13$	—
Allumage de 2 lampes, soit 960 litres. Consommation totale 2^{m3}, 660.	$1^m,57$	—
Allumage du lustre, soit 600 litres. Consommation totale 3^{m3}, 260.	$2^m,07$	—

Les quantités de gaz évacuées ne sont pas proportionnelles à la consommation de gaz : cela tient à l'éloignement différent des lampes à la cheminée, au nombre des coudes, aux sections des conduits, etc.

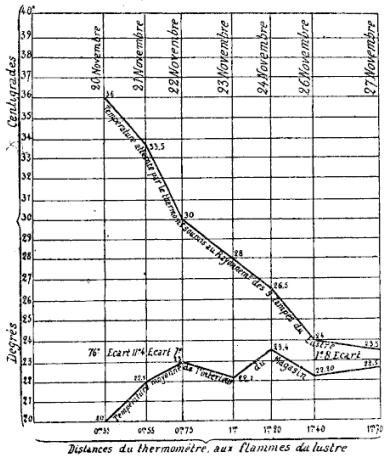


Fig. 30. — Influence du rayonnement calorifique.

Le chiffre de $2^m,07$ avec l'ensemble de l'éclairage est à noter.

La section du conduit étant de $0^{m2},07$, le volume d'air débité par heure est de $521^{m3},600$; cet air est à 60°. En le ramenant à 20°, son volume est de 514 mètres cubes, dont il faut déduire $3^{m3},260$ pour le gaz brûlé dans les lampes et $19^{m3},560$ pour l'air employé à la combustion ; il reste finalement 491 mètres cubes par heure appelés du dehors pour la ventilation.

Le volume du magasin étant de 244 mètres cubes, on voit que l'air y est renouvelé un peu plus de deux fois par heure. L'effet utile du gaz consommé se déduit comme suit :

Nombre de calories produites par $3^{m3},260$ de gaz.	18526
Nombre de calories absorbées par 1^{m3} d'air pour une élévation de température de 1°.	$0^c,312$
Nombre de calories absorbées par les 514 mètres cubes d'air évacués, élevés de 20° à 70°, soit de 50°.	8200

L'utilisation du gaz, au point de vue de la ventilation, est donc d'environ 40 p. 100.

Les expériences faites dans le magasin avec l'appareil Orsat ont donné les résultats suivants :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le magasin restant fermé et ne contenant que quatre employés, la proportion d'acide carbonique était de 0,001.

Dans la journée, après le séjour du public et le chauffage du magasin, l'analyse a donné à deux heures et demie, 0,0029; à quatre heures et demie, 0,0028 d'acide carbonique.

Pour cette dernière expérience, tout l'éclairage fonctionnait depuis deux heures et demie.

Ces résultats prouvent que l'éclairage n'a pas vicié l'atmosphère, mais qu'au contraire, il l'a en quelque sorte améliorée.

Ce fait n'a rien de paradoxal, puisque les produits de combustion sont évacués, et que l'éclairage donne lieu à un renouvellement de l'air.

Depuis trois ans que fonctionne l'installation que nous venons de résumer, elle n'a donné lieu à aucun inconvénient, et les conditions, rappelées plus haut, existent toujours.

En ce qui concerne les peintures, fort modestes, il est vrai, mais qui ne se détériorent pas moins pour cela, leur réfection était nécessaire autrefois tous les deux ans et aurait pu se faire, à la rigueur, tous les ans.

Il n'y a pas été touché depuis septembre 1888, et l'on peut constater leur maintien en parfait état de propreté.

Nous citerons seulement comme installations d'éclairage au gaz avec ventilation, à Paris : 1° le café-concert *la Cigale*, installé en septembre 1887, avec des becs Auer et une ventilation par le gaz; — 2° la salle de concerts Pleyel-Wolff éclairée et ventilée en 1888 avec des lampes montées à ventilation isolément et par lustres; — 3° Les salles d'étude de l'École Monge; — 4° l'École des sœurs, rue de Rocroy; — 5° le lustre du théâtre Beaumarchais installé en 1888 et reproduit au Pavillon du Gaz en 1889.

Plusieurs applications dans des locaux de la Compagnie Parisienne du Gaz, et notamment dans un grand bureau de 140 employés, etc.;

C. **PHOTOMÉTRIE.** — Pour juger un éclairage, il faut connaître la quantité de lumière produite d'une façon absolue et la manière dont elle est répartie dans le local que l'on examine.

L'intensité lumineuse de chaque appareil d'éclairage, pris isolément, est mesurée par les photomètres ordinaires à la chambre noire, et fixée en carcels ou bougies décimales dans une ou plusieurs directions déterminées. En ce qui concerne les résultats photométriques à la chambre noire, on trouvera dans le tableau suivant les consommations horaires et les rendements en carcels des principaux appareils d'éclairage, d'après M. Borias, auteur d'un traité de la fabrication du gaz.

Il y aurait lieu d'ajouter à cette énumération la consommation d'énergie consommée par les lampes électriques à axe et à incandescence; je me conten-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

terai de dire que les lampes à incandescence, d'une construction et d'une durée normales absorbent actuellement de 3 watts 5 à 4 watts par bougie décimale, le courant étant mesuré aux bornes de la lampe, c'est-à-dire que 100 watts-heure ou l'hecto-watt-heure donne de 2°,5 à 2°,85.

DÉSIGNATION DES FOYERS.	DÉPENSE HORAIRE EN LITRES de gaz.	POUVOIR ÉCLAIRANT EN carcels.
	litres.	carcels.
Papillon fente 6/10.	140	1,10
Bec à jet 30 trous.	126	1 »
Bec Vioche.	266	3 »
Delmas, globe clair fente 5/10.	84	1,33
— — 6/10.	135	2,35
— — 7/10.	200	4 »
Giroud.	700	9 »
Breittmayer.	700	14 »
Bec de la rue du Quatre-Septembre.	875	8 »
— —	1400	13 »
Parisien.	200	5,72
—	300	9,60
L'Industriel.	425	10 »
—	750	22 »
Siemens.	600	15 »
—	2200	72 »
Lampe Cromartie petit modèle.	170	3,70
— grand modèle.	366	5,72
Lampe Wenham verticalement.	170	5,08
— —	283	11,09
— —	426	12,30
Bec Auer : de 0 à 504 heures.	62,6	1,65
— de 504 à 1070 heures.	62,3	0,74
Bec Clamond, nouveau modèle.	135	2 »
— —	190	3,86
— —	300	5,50

Ce qu'il importe davantage de connaître, au point de vue pratique et comme comparaison d'un mode d'éclairage à un autre, c'est l'éclairement ou la clarté produite, c'est-à-dire la quantité de lumière dont on dispose pour se diriger et voir les obstacles quand il s'agit de l'éclairage de la voie publique, l'éclat que prennent les objets pour le travail manuel, la lumière que reçoit une feuille de papier pour la lecture, etc. Cette clarté dépend de l'intensité du nombre, de la répartition des foyers lumineux, et de la lumière réfléchie par les murs, plafonds, etc.

La mesure de l'éclairement constitue donc un moyen très sûr de juger si

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'éclairage est judicieusement employé, c'est-à-dire si le nombre, la qualité, l'intensité et la distribution des foyers lumineux donnent bien le résultat que l'on s'est proposé d'atteindre et qui peut être, soit un éclairement moyen uniforme, soit un éclairement plus intense en certains points, etc.

Des photomètres spéciaux ont été créés pour servir à mesurer l'éclairement ; ils reposent sur ce principe :

Deux éclairages sont évidemment équivalents quand un même objet, soumis alternativement à l'un et à l'autre, paraît acquérir le même éclat et produit le même effet sur la rétine.

Dans ces photomètres, les deux éclairages sont, l'un, une fraction d'une lampe étalon, et l'autre une fraction de la lumière générale à mesurer. L'objet éclairé est un écran qui reçoit, sur une moitié de sa surface, l'un des éclairages et, sur l'autre moitié, une fraction de l'autre éclairage.

On fait varier l'une ou l'autre de ces deux fractions de lumière jusqu'à ce que l'écran ait un éclat uniforme.

Nous ne décrirons ici que le photomètre de M. Mascart (fig. 31), qui a servi dans les expériences dont il sera question plus loin.

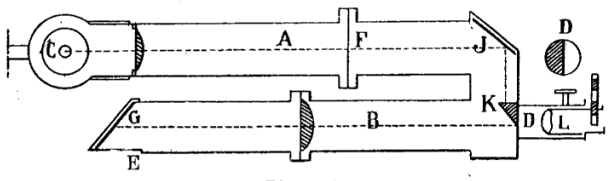


Fig. 31. — Photomètre Mascart.

Cet appareil, que représente le croquis ci-dessous, se compose essentiellement de deux tubes horizontaux A, B. L'un, A, recoit la lumière d'une lampe à essence étalonnée, placée en *c* à son extrémité. La lumière, réfléchie par le miroir J et le prisme K, vient tomber normalement sur une moitié de l'écran D.

L'autre moitié de l'écran reçoit la lumière du tube B à l'extrémité duquel se trouve un écran de Foucault E, exposé à l'éclairage à mesurer et constitué à l'aide d'une feuille de papier blanc épais. La lumière de la lampe étalon traverse une feuille de papier F identique à celle de l'écran récepteur E. Cet écran E est monté de façon à pouvoir prendre toutes les positions dans un cercle normal à l'axe du tube B ; et la lumière est toujours renvoyée horizontalement, grâce au miroir G disposé à 45° derrière l'écran.

L'écran D est observé à l'aide d'une loupe L.

L'appareil mesure $0^m,85$ de longueur ; il est monté sur un trépied mobile.

De nombreuses et intéressantes recherches ont été faites avec les photomètres du genre de celui que nous venons de décrire succinctement. Je citerai d'abord celles de M. Mascart, faites en 1888 et qu'il a ingénieusement comparées à des éclairages anciens, en adoptant comme unités la surface et le volume des salles éclairées.

M. de Nerville, ingénieur des télégraphes, a fait un grand nombre de déter-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

minations photométriques de même nature à l'Opéra, à l'Hippodrome, à l'Hôtel-Continental, au Poste central des Télégraphes, aux Halles centrales. Je citerai les essais effectués à l'une des salles du Poste central des Télégraphes, 103, rue de Grenelle, à cause de l'intérêt spécial que présente la comparaison qui a pu y être faite de l'intensité lumineuse fournie par un éclairage électrique et par un éclairage au gaz.

DÉSIGNATION des ÉDIFICES ET LOCAUX.	DIMENSIONS.		NOMBRE TOTAL de bougies ou 1/10 de carcel.	NOMBRE DE BOUGIES	
	PLAN.	VOLUME.		PAR MÈTRE horizontal.	PAR MÈTRE cube.
Salle des Glaces du palais de Versailles.					
En 1745..	720	9360	1800	2,50	0,19
En 1873..	»	»	4000	5,55	0,43
En 1878..	»	»	8000	11,10	0,85
Salle des Fêtes de Compiègne.					
En 1888..	440	3520	1000	2,28	0,28
Hôtel de Ville (bals de 1888).					
Salles des fêtes.	1295	24000	18720	14,46	0,78
Salle à manger.	300	2460	4320	14,40	1,75
Salon de verdure.	165	1350	720	4,36	0,53
Grands salons.	496	4067	7560	15,24	1,86
Galerie latérale.	257	3600	3600	13,98	0,56
Salon réservé.	165	1350	720	4,36	0,53
Théâtre (salles).					
Odéon.	350	5600	2470	7,06	0,44
Gaîté.	250	4800	2360	9,44	0,55
Comédie-Française.	240	3500	2340	9,75	0,67
Palais-Royal.	90	1000	1900	21,10	1,90
Porte-Saint-Martin.	200	3250	3200	16	0,98
Renaissance.	96	1400	1970	20,52	1,40
Opéra (soirées de bal).					
Foyer.	672	7392	6000	8,93	0,81
Salle.	400	9200	11140	27,85	1,21
Scène..	530	8000	4720	8,90	0,59

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Surface de la salle : 651 mètres carrés; hauteur : 7 mètres; volume : 4 557 mètres cubes.

1° Éclairage électrique (15 régulateurs Cance de 8 ampères).

Éclairement maximum sous le lustre du milieu (horizontal) : 45 bougies-mètre;

Éclairement minimum dans l'angle le plus obscur, 3,5 bougies-mètre.

2° Éclairage au gaz (75 becs Cromartie de 140 litres, soit 10 mètres cubes de consommation horaire totale de gaz).

Éclairement maximum sous le lustre du milieu (horizontal) : 23 bougies-mètre;

Éclairement minimum dans l'angle le plus obscur (horizontal) : 3,5 bougies-mètre;

L'éclairement maximum, dans le premier cas, est à peu près double de ce qu'il est dans le second cas, mais le minimum est le même dans les deux modes d'éclairage; comme l'éclairage est une chose non absolue, mais tout à fait relative, le gaz donne lieu ici à des différences moins considérables d'un point à un autre du local; il est certain que si on avait augmenté de moitié la consommation des becs de gaz, de façon à dépasser le modeste chiffre de 10 mètres cubes à l'heure pour une salle de cette importance, on aurait ajouté à l'avantage d'une meilleure répartition de la lumière celui d'un éclairement comparable à celui que produit l'électricité.

Voici encore quelques chiffres relatifs aux Halles centrales :

Pavillon n° 4. — 2 970 mètres carrés, 12 lampes à arc Bardon de 5 ampères à 4 mètres du sol.

Éclairement maximum (écran vertical) : 7,5 bougies-mètre.

Éclairement minimum (écran horizontal) : 0,065 bougie-mètre.

Essais effectués au magasin d'exposition de la Compagnie parisienne du gaz, 8, rue Condorcet. — Je rappellerai que ce magasin mesure en surface $70^{m2},50$; en volume 244 mètres cubes, et qu'il est éclairé, depuis septembre 1888, par 17 lampes à récupération, d'une consommation totale horaire de $3^{m3},260$.

L'intensité lumineuse, estimée d'après les essais à la chambre noire, peut faire présumer, à raison de 40 litres de gaz par carcel-heure, que l'on a un peu plus de 80 carcels, soit $1^{c},14$ par mètre carré et 1/3 de carcel par mètre cube.

Des essais au photomètre Mascart, effectués en février 1891, ont donné les résultats ci-après :

Le photomètre a été placé en quatre stations (fig. 32) et, dans chacune d'elles, quatre positions ont été prises; enfin, dans chaque position, l'écran a été horizontal et vertical.

L'éclairement, comme on le voit, est considérable puisqu'il est compris entre le maximum de 100 bougies-mètre et le minimum de 27 bougies-mètre (écran

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

horizontal) ; et entre le maximum de 46 bougies-mètre et le minimum de 3,3 bougies-mètre (écran vertical).

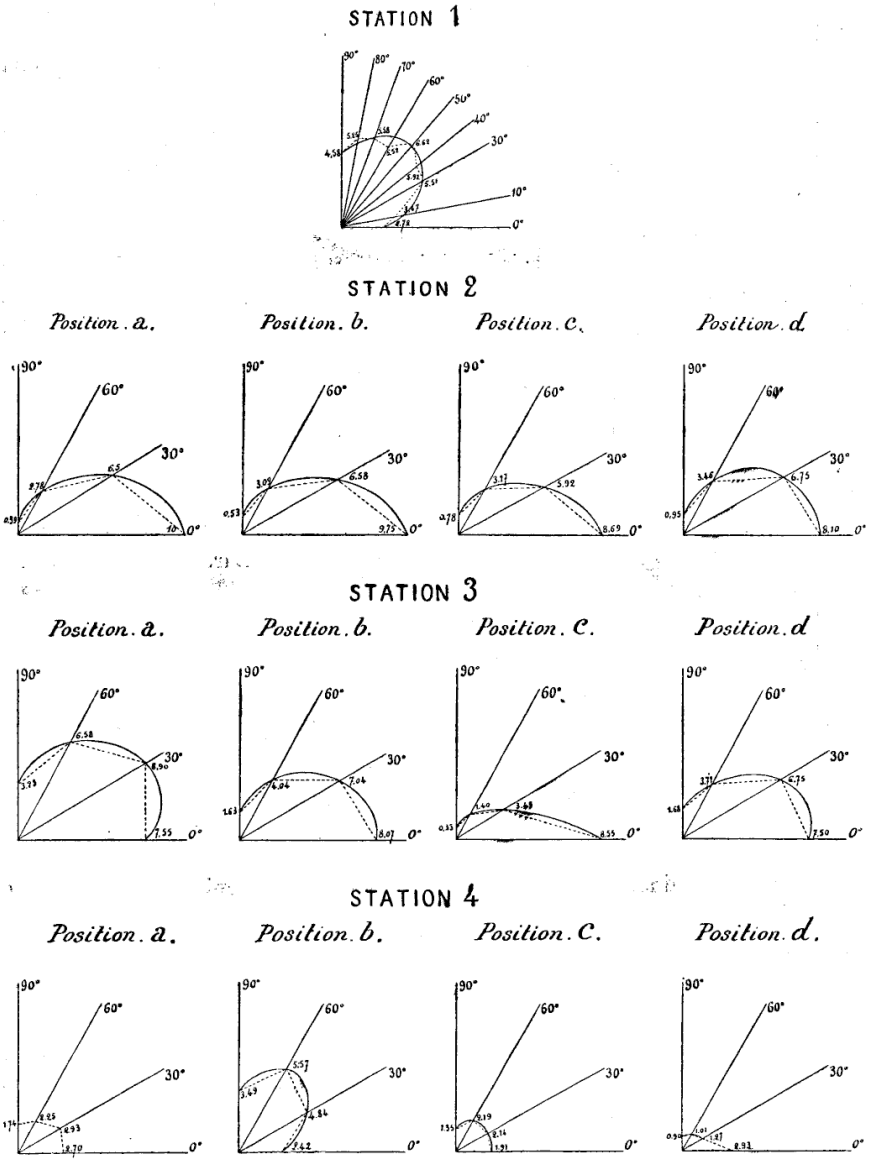


Fig. 2. — Diagrammes représentant l'éclairement pris en divers points du magasin. (V. fig. 26.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

POSITIONS DIVERSES.			NOMBRE DE BOUGIES-MÈTRE.		
			ÉCRAN horizontal.	ÉCRAN vertical.	ÉCRAN à 50° vers le lustre.
			bougies.	bougies.	bougies.
Station I.	Position seule possible		27	46,5	66
Station II.	Position	*a*	100	3,9	
	—	*b*	97,5	5,3	
	—	*c*	86,9	7,8	
	—	*d*	81	9,5	
Station III.	Position	*a*	75,5	32,3	
	—	*b*	80,7	16,3	
	—	*c*	85,5	3,3	
	—	*d*	75	16,8	
Station IV.	Position	*a*	27	17,4	
	—	*b*	24,2	34,9	
	—	*c*	19,1	13,5	
	—	*d*	29,3	9	

Voici enfin quelques chiffres relatifs à des éclairages, électriques ou au gaz, installés sur des voies publiques à Paris en 1889 et 1890 :

1° *Éclairage électrique par lampe à arc :* rue Royale, 1,5 bougie par mètre carré; place de l'Opéra, 0,72 bougie par mètre carré;

2° *Éclairage au gaz :* rue du Quatre-Septembre, 0,45 bougie par mètre carré; place de la Bastille, 0,46 par mètre carré; rue de la Paix, 1,5 par mètre carré.

On arrive à des résultats absolument comparables entre eux, au point de vue de la quantité de lumière produite pratiquement, par l'éclairage par lampes à arc ou par le gaz, sur la voie publique. Je ferai remarquer qu'un certain avantage peut être attribué au gaz par rapport aux lampes électriques à arc, à cause de la divisibilité très facile de la lumière qu'il permet. Les essais d'éclairage électrique par lampes électriques à incandescence, des rues Auber et des Halles, n'ont pas été favorables, au moins dans l'état actuel de l'industrie électrique, à l'emploi de ces lampes qui auraient permis précisément ce fractionnement si utile de la lumière dans les rues.

Le gaz est donc préférable à l'électricité pour les intensités faibles et moyennes, et n'est pas dépassé par elle pratiquement pour les fortes intensités.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS

MONTAGE DE LA TOUR EIFFEL, PAR M. ÉMILE NOUGUIER, INGÉNIEUR EN CHEF DES ÉTABLISSEMENTS EIFFEL (1).

Lorsqu'en 1885 il fut question, pour la première fois, de faire une Exposition universelle en 1889, l'annonce de ce grand concours international vint jeter une vive émotion dans le monde industriel. Chacun, dans sa sphère, se mit à l'œuvre pour trouver l'idée nouvelle, le perfectionnement inédit qui devaient forcer l'attention, et les plans et les projets surgirent de toutes parts.

C'est peut-être l'industrie des grandes constructions métalliques qui fit alors les efforts les plus considérables. Cette industrie est l'une de celles où la France a toujours fait preuve d'une supériorité indiscutable : la plupart des grands ponts en fer de l'Europe ont été construits par des maisons françaises, et chaque fois que l'exécution d'un ouvrage important a été donnée au concours et non pas à la suite d'une simple adjudication, ce sont elles qui l'ont obtenue. Il s'agissait donc, pour nos constructeurs, de se montrer dignes de leur ancienne réputation.

Animé nous-même de cette ambition, nous étions encore poussé par un autre mobile, à concevoir quelque œuvre gigantesque qui fît honneur à notre pays. C'est en effet à cette époque qu'on commençait en Écosse la construction du pont sur le Forth, et ce magnifique ouvrage provoquait déjà l'admiration de tous les ingénieurs; or nous pensions que, si la future Exposition pouvait nous fournir l'occasion de prouver que nous étions de taille à lutter avec nos redoutables voisins, il en résulterait un grand profit pour le renom de l'industrie française. C'est ce qui nous a amené à concevoir l'idée de la tour de 300 mètres. Aidé par nos amis, MM. Kœchlin et Sauvestre, nous en dressâmes le projet qui fit son apparition en public à l'exposition des Arts décoratifs de 1885 présenté par M. Eiffel, dont nous avions l'honneur d'être l'ingénieur depuis l'année 1876 (fig. 4, pl. 62).

Le constructeur déjà célèbre du pont du Douro, du viaduc de Garabit et de tant d'autres ouvrages d'art remarquables ne craignit pas d'assumer la responsabilité de l'exécution de la tour; ne marchandant ni ses peines, ni ses démarches, il parvint à surmonter toutes les difficultés que rencontra, à son début, cette entreprise dont la hardiesse effrayait un peu; réfutant, de sa grande autorité d'ingénieur, les objections qu'on lui opposait, il arriva à convaincre tous les adversaires du projet, et, finalement, réussit à le faire accepter par le gouvernement. Il fallait un homme comme lui pour accomplir cette tâche difficile et l'on peut dire, en toute justice, que si la tour de 300 mètres a vu le jour, c'est surtout à lui qu'en revient le mérite.

(1) Communication faite le 28 novembre 1890.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La principale objection qu'on entendait faire le plus fréquemment à l'édification de la tour, c'est qu'il serait impossible de trouver un nombre suffisant d'ouvriers capables de résister au vertige qu'on devait éprouver à de si grandes hauteurs.

Pour nous qui avions dirigé les montages du pont du Douro, du viaduc de la Tarbes et du viaduc de Garabit, où les hommes avaient travaillé sans appréhension et sans malaise, à des hauteurs de 60 mètres, de 100 mètres et de 125 mètres, nous ne partagions pas cette crainte. Le vertige est moins à redouter à de très grandes hauteurs que lorsqu'on se trouve à des hauteurs moindres, telles que 10 ou 20 mètres, ce qui tient sans doute à l'éloignement des points de comparaison. D'ailleurs l'expérience s'est chargée de réfuter cette objection que rien ne justifiait; nous avons trouvé autant d'hommes que nous avons voulu et nous sommes heureux d'ajouter que, malgré l'élévation de nos chantiers, nous n'avons eu à enregistrer qu'un nombre d'accidents très inférieur à celui qu'on constate ordinairement dans des entreprises du même genre.

Sans vouloir entrer dans le détail de la construction de la tour, nous sommes obligé, cependant, de rappeler, à grands traits, ses dispositions et ses dimensions principales, afin de rendre plus compréhensibles les opérations du montage que nous avons l'intention de décrire.

Description sommaire de la tour (fig. 1, 2 et 3, pl. 62 et 64). — La tour a la forme d'une immense pyramide quadrangulaire à faces courbes, dont la hauteur est partagée en trois étages : le 1er situé à 57 mètres au-dessus du sol, le 2^{e} à 115 mètres et le 3^{e} à 276 mètres. C'est ce dernier plancher qui porte la lanterne du phare dont la plate-forme supérieure est exactement à la cote de 300 mètres. Les quatre arêtes de la pyramide sont constituées jusqu'à la hauteur du 2^{e} étage par quatre montants ou piliers distincts ayant la forme de caissons carrés. A la naissance de l'ossature métallique, c'est-à-dire dans le plan horizontal passant par les points où elle s'appuie sur les soubassements en maçonnerie, ces quatre piliers ont leurs centres disposés suivant les sommets d'un carré de 101^{m},40 de côté. Depuis le sol jusqu'au 1er étage, ces montants ont une inclinaison constante de 54° et leurs faces une largeur également constante de 15 mètres. Au delà du 1er étage où ces quatre montants sont reliés entre eux par de grandes poutres à treillis qui les entretoisent en formant une première ceinture horizontale, leur inclinaison devient variable ainsi que leur largeur qui va en décroissant progressivement jusqu'au 2^{e} étage, où elle n'est plus que de 10 mètres. A ce 2^{e} étage, de nouvelles poutres horizontales entretoisent les quatre montants; mais au delà, le mode de construction change : les faces extérieures des montants se réunissent deux à deux, leurs faces intérieures disparaissent et l'on n'a plus qu'un grand caisson unique qui forme la partie supérieure de la pyramide, et dont la section horizontale a 31^{m},70 de côté, à la hauteur de 115 mètres, et seulement 10 mètres de côté, à la hauteur de 273^{m},63, c'est-à dire au niveau du 3^{e} étage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prise de possession du chantier. Importance des travaux à exécuter. — Nous prîmes possession du chantier le 28 janvier 1887 et nous nous mîmes aussitôt à exécuter les terrassements et les maçonneries nécessaires aux fondations de la tour. Ces fondations se composaient de seize massifs placés à l'aplomb des arbalétriers des quatre montants. Elles comportaient 43 000 mètres cubes de terrassements et 11 000 mètres cubes de maçonnerie, dont 4 500 mètres exécutés dans l'air comprimé. Le 30 juin de la même année, elles étaient entièrement terminées et prêtes à recevoir l'ossature métallique; c'est à cette date que commença le montage proprement dit.

Le poids du fer entrant dans l'ossature de la tour est d'environ 7 800 000 kilogrammes; le poids des constructions accessoires, des bâtiments et installations diverses, de 2 600 000 kilogrammes : ce qui donne un poids total de 10 400 000 kilogrammes.

Implantation des sabots d'appui en fonte. — La première opération consistait dans l'implantation des sabots en fonte par l'intermédiaire desquels les arêtes des quatre montants reposent sur leurs soubassements respectifs. Cette opération est des plus délicates, car c'est de son exactitude que dépend le succès final. On comprend en effet que, dans une construction métallique, dont toutes les pièces sont fabriquées d'avance avec des formes et des dimensions qu'il est impossible de modifier, si la position des pièces de la base n'est pas rigoureusement exacte, il deviendra plus tard impossible de faire la jonction des pièces supérieures. Il fallut donc mettre les seize sabots mathématiquement à leur place, en tenant compte à la fois de leur niveau, de leur inclinaison et de leurs distances respectives.

Quand, après des vérifications répétées, on eut acquis la certitude que leur implantation était parfaite, on commença le levage des premières pièces de la tour.

État des pièces métalliques à leur arrivée au chantier. — Ces pièces étaient expédiées des usines de Levallois-Perret, complètement terminées. Exécutées avec une extrême précision, présentées, avant leur départ, avec celles au contact desquelles elles devaient venir au montage, elles ne nécessitaient au chantier aucun parachèvement, ni aucune retouche. La certitude qu'on avait du fini de leur exécution était telle que lorsque, par hasard, l'une d'entre elles semblait mal s'ajuster avec celles auxquelles on devait la juxtaposer, on ne pensait pas un seul instant que la pièce pût être mal exécutée, on était simplement averti qu'on s'y prenait mal pour sa mise en place. Cette manière de faire diffère sensiblement de celle qui est usitée en Angleterre, où l'on ne craint pas de présenter les pièces plusieurs fois sur place afin de les modifier jusqu'à ce qu'elles aient reçu leur forme définitive. Nous pensons que la méthode française est supérieure à la méthode anglaise, parce qu'elle ne donne lieu à aucune surprise et permet d'obtenir un travail plus parfait.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Poids des plus lourdes pièces. — Les plus lourdes pièces entrant dans la composition de la tour, à l'exception des sabots d'appui dont nous venons de parler, ne dépassaient pas le poids de 3 000 kilogrammes. C'est un poids limite que, d'une manière générale, nous ne croyons pas avantageux de dépasser si l'on veut que le montage sur place puisse se faire économiquement et rapidement. Avec

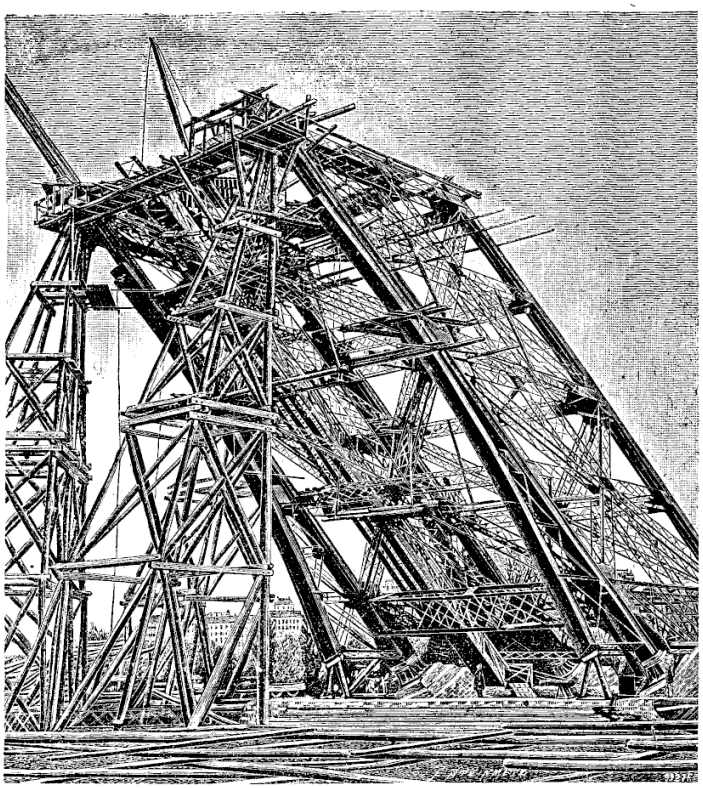


Fig. 1. — Vue des échafaudages des piliers.

des pièces très lourdes, on est obligé d'employer des engins de levage très puissants, difficiles à installer, à manœuvrer et à déplacer. Toutes les installations du chantier s'en ressentent, elles deviennent plus importantes et plus coûteuses, les chances d'accidents augmentent; et si ces accidents se produisent, ils ont alors des conséquences désastreuses. Il est vrai que le travail de la rivure au chantier se trouve un peu diminué, puisque le nombre des joints à faire sur place est en raison inverse de la longueur des tronçons; mais ce faible avantage est largement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

retrouvé dans la facilité plus grande avec laquelle se fait l'assemblage des pièces plus légères.

Lorsque les pièces arrivaient au Champ-de-Mars, elles étaient déchargées et classées au moyen d'une grue roulante. Du lieu de dépôt partaient quatre voies qui aboutissaient aux montants de la tour et permettaient d'amener les pièces au-dessous de l'engin qui devait servir à les mettre en place.

Commencement du montage. — On a attaqué les quatre montants à la fois. Ces montants, comme nous l'avons déjà dit, sont des poutres en caisson de section carrée, ayant 15 mètres de côté et présentant sur l'horizontale une inclinaison de 54 degrés. Les premiers tronçons furent levés et assemblés au moyen de grandes chèvres. On put par ce moyen s'élever jusqu'à 26 mètres de hauteur, sans employer aucun échafaudage, malgré la grande inclinaison des montants; mais on ne pouvait aller au delà, sans étayer la partie déjà montée, parce que la verticale passant par le centre de gravité serait sortie de la base du montant qui aurait eu tendance à se renverser. On construisit alors des échafaudages de buttée, auxquels on donna la forme de pyramides triangulaires sur le sommet desquelles on fit reposer la partie construite au moyen de forts corbeaux provisoires en tôle et cornières fixés snr les arbalétriers des montants.

Échafaudages de buttée (fig. 1, 4, 5, 6, 7, pl. 63). — Ces échafaudages de buttée, grands pylônes en charpente de $27^{m},40$ de hauteur, supportaient les trois arêtes des montants les plus rapprochées de l'axe de la tour. Sous l'arête médiane intérieure, on avait réuni deux de ces échafaudages en un seul de manière à former un pylône double. Chaque échafaudage reposait sur huit pieux de $0^{m},35$ de diamètre battus au refus dans le sol du Champ-de-Mars. Les pièces principales étaient formées par des poutres équarries ayant $0^{m},27$ par $0^{m},27$ à leur base et $0^{m},25$ par $0^{m},25$ au sommet. Elles étaient entretoisées par sept rangées de moises de $0^{m},25$ par $0^{m},12$ et contreventées dans les quatre faces de la pyramide par des bois de $0^{m},22 \times 0^{m},22$ formant croix de Saint-André. Un pylône simple pouvait résister facilement à une charge de 150 000 kilogrammes et par conséquent l'ensemble des échafaudages de buttée groupés sous un même montant était capable de supporter une charge de 600 tonnes, sans inconvénient. Jamais cette charge n'a été atteinte, et, à aucun moment, les bois des échafauds n'ont donné de marques de fatigue.

Le cube des bois entrant dans les pylônes était de 500 mètres cubes, plus 125 mètres cubes pour les pieux, soit en tout 625 mètres cubes.

La construction en fer ne reposait pas directement sur les têtes des pylônes. Entre le bois et les corbeaux en fer d'appui étaient intercalées des boîtes à sable.

Boîtes à sable (fig. 11 et 12, pl. 63). — Ces boîtes à sable sont de simples cylindres en tôle qu'on remplit en partie de sable bien sec et qu'on bouche au moyen d'un piston ou tampon de bois. Elles portent des trous à la base du cylindre qu'on ferme avec des fiches en bois. Si l'on retire ces fiches et qu'on vienne à gratter,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par les ouvertures, le sable contenu dans le cylindre, ce sable s'écoule, mais l'écoulement s'arrête dès qu'on ne le provoque plus. Il s'ensuit qu'on peut régler la descente du piston avec une extrême lenteur et l'arrêter exactement comme l'on veut. Par ce moyen, on se réservait donc de pouvoir abaisser la construction métallique portée par les échafaudages de buttée, ce qui devait servir plus tard à l'amener exactement à sa place définitive.

En outre de ces boîtes à sable, on possédait un autre moyen de réglage. Les énormes sabots en fonte qui terminent les quatre arêtiers des montants à leur base ne font pas corps avec ceux-ci, ils sont évidés de manière à permettre l'introduction de presses hydrauliques. On conçoit qu'en manœuvrant ces presses, on puisse soulever ou abaisser les arêtiers des montants, et ce moyen ajouté à celui donné par les boîtes à sable a permis d'amener les montants exactement à la place qu'ils devaient occuper.

Presses hydrauliques. Leur fonctionnement (fig. 8, 9, 10, pl. 63). — Les presses employées pouvaient soulever chacune 800 000 kilogrammes. On voit que si l'on en plaçait une sous chaque arbalétrier des montants qui sont au nombre de seize, quatre par montant, on pourrait soulever un poids de :

$$800 \text{ tonnes} \times 16 = 12\,800 \text{ tonnes.}$$

Or, comme le poids total de la tour est à peine supérieur à 10 000 tonnes, il en résulte qu'on pourrait facilement même actuellement, remédier, au moyen de presses semblables, à un tassement inégal des pieds de la tour, si, par impossible, ce tassement venait à se produire.

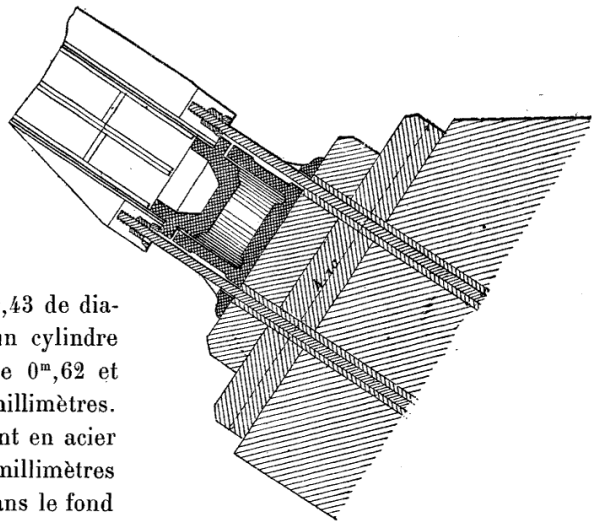


Fig. 2. — Presse hydraulique.

Une presse (fig. 2) se compose d'un piston de $0^m,43$ de diamètre qui se meut dans un cylindre d'un diamètre extérieur de $0^m,62$ et d'une épaisseur de $0^m,095$ millimètres. Le piston et le cylindre sont en acier forgé ; un tuyau de $0^m,006$ millimètres de diamètre amène l'eau dans le fond du cylindre. Cette eau est comprimée par une pompe foulante que des hommes actionnent au moyen d'un levier. Deux presses semblables ont été suffisantes pour les besoins du montage. Elles avaient été essayées, avant leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

emploi, à une pression de 600 atmosphères correspondant à un poids d'environ 900 000 kilogrammes. Elles provenaient des ateliers de MM. Volot, Badois et Cie.

En faisant agir ces presses, à tour de rôle, sous les arbalétriers d'un montant, on pouvait modifier leur niveau et par suite faire varier la position et la direction du montant.

A cet effet, les arbalétriers qui sont de robustes caissons offrant une section carrée de 0m,80 de côté et dont les parois en tôle pleine et épaisse sont raidies par des cornières d'angle et des cornières armatures, portent à leur extrémité inférieure une pièce d'acier en forme de chapeau qui pénètre dans l'intérieur du sabot de fondation et dont les bords s'appuient sur le contour de ce sabot. La presse étant introduite dans le sabot, son piston vient agir sur le fond du chapeau en acier, elle le soulève et c'est alors qu'en interposant des cales en fer entre les bords du chapeau et le sabot d'appui, on arrive à régler, comme il convient, la position de l'arbalétrier. C'est, à une grande échelle, la même opération que celle qu'on fait quand on veut caler les pieds d'une table.

On la répéta plusieurs fois pendant le montage des parties de piliers qui vont du sol au premier étage; mais c'est surtout au moment où il fallait faire la jonction de ces piliers avec les premières poutres entretoises horizontales qu'on dut avoir recours à la fois aux boîtes à sable et aux presses hydrauliques.

Mais revenons à la description du montage proprement dit.

Montage au-dessus des échafaudages de buttée. — Les quatre montants étant bien assis sur leurs échafaudages de buttée, on en continuait le montage en porte-à-faux; seulement, à partir du moment où il n'avait plus été possible de lever les pièces au moyen de chèvres placées sur le sol, on avait dû recourir à un autre procédé.

A l'intérieur de chaque montant et au-dessus de l'arbalétrier le plus rapproché du centre de la tour, se trouvent les chemins des ascenseurs. Ce sont deux grandes poutres inclinées suivant la même direction que l'arêtier, ayant une hauteur de 1m,30 et qui sont comme les rails gigantesques de la voie suivie par les cabines des ascenseurs. On utilisa cette voie, au fur et à mesure de sa mise en place, pour servir de chemin à une grue construite de manière à pouvoir amener à leur position définitive toutes les pièces composant le montant et, en particulier, les poutres des ascenseurs; de sorte que cette grue préparait elle-même la voie sur laquelle on devait la hisser.

Chaque pilier était muni d'une grue semblable. Leur force devait être de 4 000 kilogrammes et leur portée devait pouvoir varier de 5m,50 à 12 mètres, afin de desservir aisément tous les points du plan de pose compris entre les quatre arbalétriers d'un montant.

Ces grues devaient donc être rotatives et à portée variable. Elles devaient de plus, à cause des changements d'inclinaison du chemin à parcourir, être munies

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un mécanisme permettant de rétablir facilement la verticalité de leur pivot, et enfin porter l'engin servant à les hisser sur les poutres des ascenseurs. Le problème à résoudre était difficile et compliqué, et M. Guyenet auquel a été confiée la construction de ces grues s'en est tiré avec un rare bonheur.

Grues de montage. — L'appareil de levage qui fonctionnait dans chacun des piliers est représenté dans la figure suivante (fig. 3) :

Il comporte :

1° Un châssis mobile B B qui est boulonné sur les poutres d'ascenseur quand la grue fonctionne et qui peut glisser sur ces mêmes poutres quand il devient nécessaire d'élever le niveau de la grue.

2° Un ensemble de pièces métalliques formant une sorte de hotte C, portant, à sa partie supérieure, la plate-forme R de la grue et, à sa partie inférieure, la crapaudine du pivot de la grue. Cette hotte est suspendue au châssis B B par deux articulations situées dans le plan de la plate-forme et est reliée à la traverse inférieure du châssis par une vis. On comprend aisément, à l'inspection de la figure, qu'un homme placé sur le plancher spécial F peut, en manœuvrant cette vis, faire varier la position de la hotte et, par suite, ramener le pivot de la grue dans la verticale, quelle que soit l'inclinaison de la voie de l'ascenseur.

3° La grue proprement dite. Celle-ci se compose : d'un pivot D D qui repose, à sa base, sur la crapaudine portée par la hotte et qui est maintenu en son milieu par un cercle de roulement placé dans l'épaisseur du plancher de la plate-forme ; d'une flèche L portant le treuil de lavage Q, flèche qui est reliée au pivot D, à son extrémité inférieure, par une articulation, et, à son extrémité supérieure, par deux tirants M réunis sur un essieu monté N qui peut se déplacer le long du pivot. Cet essieu porte un écrou actionné par une vis O. Un volant P, sur l'axe duquel est un pignon engrenant avec une roue dentée conique fixée à la vis permet, en faisant monter ou descendre l'essieu N, d'augmenter ou de diminuer la volée de la grue. En agissant sur le même volant P, on peut également communiquer un mouvement de rotation à la grue. A cet effet, on commence par débrayer le mécanisme de relevage et alors un second pignon monté sur l'axe du volant vient engrener avec une roue conique fixée sur un arbre vertical, dont l'extrémité inférieure porte un pignon commandant une crémaillère circulaire faisant partie du cercle de roulement. Un rochet et un cliquet d'arrêt empêchent la grue de tourner lorsqu'on lui a donné l'orientation voulue.

Le déplacement de la grue sur le chemin des ascenseurs s'opérait au moyen de la grosse vis de halage I et des deux vérins de sécurité K. La vis I passe dans un écrou relié par deux tirants à la traverse supérieure du châssis B, elle porte à sa tête un sommier mobile G pouvant glisser sur les poutres d'ascenseur A ou se boulonner sur elles. Un cliquet, muni d'un levier qu'on manœuvre de la plate-forme R de la grue, sert à actionner cette vis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les vérins de sécurité K agissent au-dessous du châssis mobile, suivant

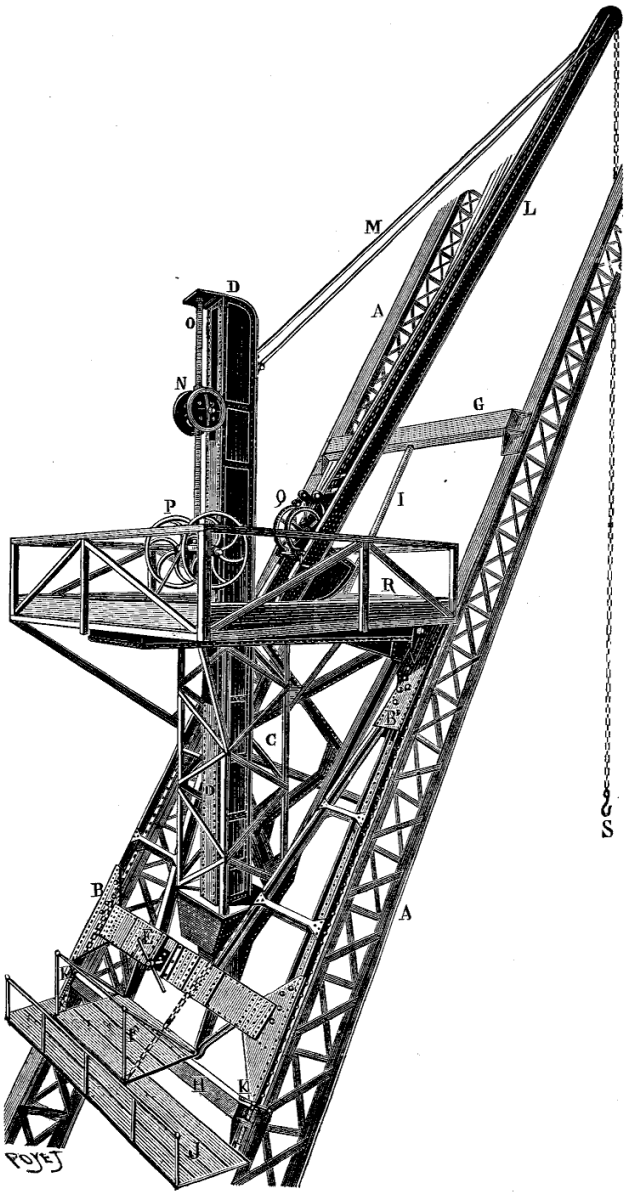


Fig. 3. — Grue de montage.

l'axe des poutres d'ascenseur; ce sont des vérins à vis reliés par une entretoise H

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et qui portent à leur tête une buttée à semelle qui s'applique contre le longeron correspondant du châssis mobile BB. L'entretoise et les buttées peuvent tour à tour, soit glisser sur les poutres d'ascenseur, soit être fixées sur elles au moyen de boulons.

Quand on voulait élever la grue, on commençait par l'orienter de manière que sa volée vienne se placer dans l'axe du chemin des ascenseurs en restant tournée vers l'intérieur de la tour. On agissait alors sur la grosse vis I de manière à amener le sommier de tête G, à fond de course, soit à 2 ,50 plus haut que dans sa précédente position. On le boulonnait sur les poutres d'ascenseur A et on déboulonnait ensuite le châssis mobile B, qui se trouvait alors suspendu à la vis I et supporté, à sa base, par les vérins de sécurité K. On manœuvrait à nouveau la vis de halage I et le châssis B montait en glissant sur les poutres A enlevant avec lui la grue et sa hotte. Des hommes installés sur le plancher J suivaient avec les vérins de sécurité le mouvement ascensionnel en maintenant toujours la tête de ces vérins en contact avec la base du châssis, de sorte que ce dernier, en cas de rupture de la vis I, n'aurait pas pu tomber, retenu qu'il était par les deux vérins K.

La course de ceux-ci n'était que de $0^m,50$, ce qui obligeait à faire un certain nombre de reprises pour accomplir l'entier déplacement de la grue. Quand ces vérins étaient arrivés à fond de course, on boulonnait leurs buttées sur les poutres A, on déboulonnait leur entretoise H qui, pendant le hissage, était restée fixée sur ces mêmes poutres A. En manœuvrant les vérins, en sens inverse, ils faisaient monter l'entretoise de toute la hauteur de leur course. On la reboulonnait sur les poutres A, on déboulonnait les buttées et on recommençait une nouvelle marche en avant, en actionnant derechef et simultanément la grosse vis I et les deux vérins de sécurité K.

Le montage de toutes les pièces constitutives des piliers de la tour a été fait avec les grues dont nous venons de donner la description. On commençait par monter les arbalétriers et, après eux, les barres de treillis et les entretoises qui, en réunissant les portions des piliers déjà montées, les obligeaient à venir occuper leur position exacte. Derrière les équipes de monteurs venaient les équipes de riveurs qui remplaçaient les boulons provisoires, avec lesquels les premiers avaient fait les jonctions des pièces, par des rivets posés à chaud assurant la véritable et définitive liaison des pièces entre elles.

Planchers de montage. Escaliers. — Au-dessous de chaque grue, au niveau des entretoisements horizontaux, on établissait un plancher presque général débordant en porte-à-faux sur tout le pourtour du montant. De plus, pour faire la rivure des joints et des assemblages, on se servait de petits échafaudages volants placés toujours à une faible distance du plancher général.

Le déplacement de ces planchers et de ces échafaudages s'opérait au moyen des grues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le montage des escaliers suivait autant que possible celui des piliers, de sorte que les hommes, pour se rendre à leur poste de travail, se servaient de ces escaliers sur presque toute la hauteur du trajet et n'avaient à employer les échelles que vers la fin de leur ascension.

Pendant que, par les moyens que nous venons d'indiquer, on avait fait le montage des quatre panneaux inférieurs des piliers, on avait effectué le montage des premières poutres horizontales qui devaient les relier à $47^{m},90$ au-dessus du sol.

Montage des poutres horizontales du premier étage (fig. 1, 2, 3, pl. 63). — Ces poutres ont $7^{m},834$ de hauteur et font un angle de 63°18′ avec l'horizontale; elles sont situées dans les plans des faces extérieures et intérieures de la tour et par suite distantes de 15 mètres d'axe en axe.

Des entretoises à treillis, ayant la même hauteur que les poutres, les relient deux à deux perpendiculairement. L'ensemble de ces poutres avec leurs entretoises ne pesait guère plus de 70 000 kilogrammes pour une face; mais ce qui rendait leur montage difficile, c'était la grande hauteur à laquelle on devait le faire et aussi la forte inclinaison des poutres qui obligeait à les étayer jusqu'au moment où on les avait reliées, deux à deux, par leurs entretoises. Enfin, par raison d'économie, les échafaudages sur lesquels on les montait n'avaient pas été établis sur la longueur entière des poutres, ce qui forçait à monter en porte-à-faux, leurs parties extrêmes jusqu'à leur rencontre avec les piliers principaux.

Échafaudages de montage des poutres horizontales du premier étage. — On avait construit quatre échafaudages semblables, un dans chaque face de la tour. Ils avaient 41 mètres de hauteur et se composaient de neuf montants verticaux de 25×25 espacés de $7^{m},50$ dans un sens et de $7^{m},75$ dans l'autre. A cause des faibles charges que devait supporter l'échafaudage, on n'avait pas jugé utile de les enter sur des pieux battus dans le sol, comme cela avait été fait pour les échafaudages de buttée; ces poteaux s'appuyaient simplement sur des semelles reposant sur le terrain. Ils étaient contreventés dans tous les sens par des croix de Saint-André formées par des bois de $0^{m},22 \times 0^{m},11$ et reliés horizontalement par sept cours de moises de $0^{m},25 \times 0^{m},12$. Des contrefiches disposées à leur partie supérieure permettaient de donner à la plate-forme de montage $28^{m},50$ de longueur sur $22^{m},40$ de largeur. Enfin une autre série de contrefiches montant un peu moins haut que celles qui supportaient la plate-forme de montage soutenaient un cintre, qui servit plus tard à mettre en place la partie centrale des arcs décoratifs. Chaque échafaudage comportait 265 mètres cubes de bois, ce qui donnait un cube total de 1 060 mètres cubes pour les quatre.

Le montage proprement dit de ces poutres n'offrait rien de particulier, il s'effectuait au moyen de chèvres établies sur la plate-forme. Quand il fut terminé, on procéda au raccord de ces poutres avec les piliers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Réunion des piliers avec les poutres horizontales du premier étage. — C'était le moment particulièrement difficile de l'opération. Les quatre piliers surplombant les échafaudages de buttée d'un porte-à-faux d'environ 26 mètres semblaient, avec leur grande inclinaison, être sur le point de se renverser. Ils avaient à ce moment une longueur de 58 mètres et pesaient près de 400 000 kilogrammes. C'étaient ces grands prismes d'un poids énorme, dont les dimensions étaient voisines de celles des tours de Notre-Dame, qu'il s'agissait de manœuvrer de manière à les amener en contact avec les poutres horizontales avec lesquelles ils devaient se jonctionner, et il fallait arriver à opérer ces mouvements avec une

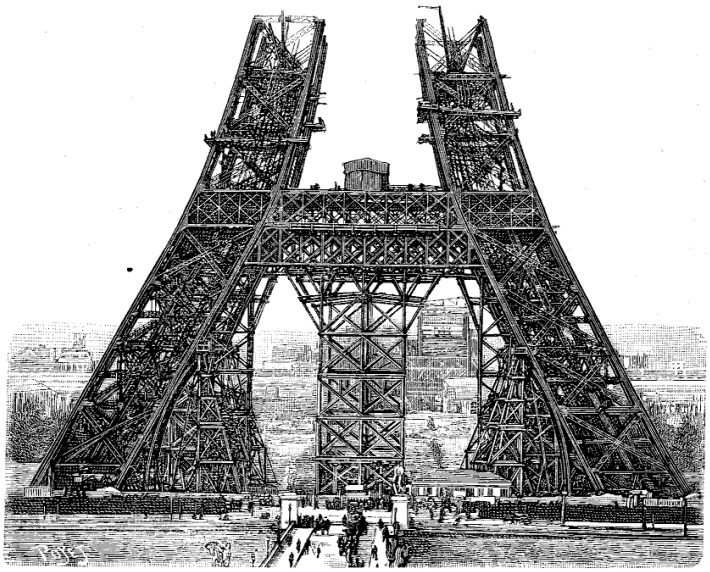


Fig. 4. — Montage du second étage de la tour.

précision telle que les trous de rivets percés à l'avance dans les goussets de jonction des poutres et des piliers vinssent absolument en regard les uns des autres. C'est au moyen des boîtes à sable portées par les échafaudages de buttée et au moyen des presses hydrauliques, que nous avons décrites précédemment, qu'on effectua cette manœuvre. Agissant tantôt sur un arbalétrier, tantôt sur un autre, soit pour l'abaisser, soit pour le relever, on arriva à obtenir le contact désiré.

L'implantation des quatre montants était si exacte, leur exécution si parfaite, qu'on put arriver à les assembler avec les poutres de ceinture sans qu'il fût besoin de donner un coup de burin pour retoucher les pièces en contact, ni un coup d'alésoir pour augmenter le diamètre des trous qui devaient recevoir les rivets d'assemblage (fig. 4).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'était l'opération la plus délicate du montage de la tour et du moment qu'elle avait réussi, le succès final était assuré. Les piliers étant réunis par les premières poutres ceintures formaient comme une table solide, largement assise et dont la vue seule suffisait pour écarter toute crainte de renversement. On n'avait plus à redouter d'accident d'ensemble et les accidents partiels qui auraient encore pu se produire n'auraient pas été de nature à compromettre l'achèvement de la construction.

Montage des diverses poutres formant les planchers du premier étage. — Une fois faite la jonction des piliers et des premières poutres horizontales, la mise en place des nombreuses poutres formant les planchers du premier étage se fit sans aucune difficulté. Les hommes travaillaient sur des plates-formes en charpente, aussi commodément installés que dans un atelier. On arriva ainsi au niveau du premier étage, soit à 57^{m},63 au-dessus du sol du Champ-de-Mars.

Montage du premier au deuxième étage. — Le montage de la partie des piliers comprise entre le premier et le deuxième étage se continua, comme pour la partie inférieure, au moyen des grues que l'on hissait progressivement sur les chemins des ascenseurs. Seulement, comme l'inclinaison des piliers variait d'un panneau à l'autre, on était obligé de ramener les pivots des grues dans la verticale, chaque fois que l'on s'était élevé à la hauteur d'un panneau. Cette opération se faisait d'ailleurs avec la plus grande facilité, en manœuvrant la vis fixée à la base du pivot, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment dans la description des grues de montage.

A mesure qu'on s'élevait, le temps nécessaire pour le levage des pièces augmentait; en outre, la chaîne de levage devenant beaucoup plus longue ajoutait un poids important à celui des pièces que les grues soulevaient. Pour obvier à ces deux inconvénients : lenteur trop grande de la montée et augmentation des charges à hisser, on établit un monte-charge à vapeur au niveau du premier étage.

Monte-charge à vapeur du premier étage. — Ce monte-charge était établi au bord intérieur de la partie du plancher du premier étage faisant face à l'École Militaire. A partir de ce moment tous les matériaux étaient amenés par une voie au-dessous de ce monte-charge, au lieu d'être répartis entre les quatre piliers comme précédemment. Attachés à la chaîne du monte-charge, ils étaient levés rapidement jusqu'au niveau du premier étage; arrivés là, ils étaient déposés sur des wagonnets qui, suivant une voie circulaire portée par le plancher du premier étage, allaient les conduire au droit du pilier auquel ils étaient destinés, d'où ils étaient repris par la grue de montage qui les mettait en place (fig. 5).

En opérant ainsi, on arriva jusqu'au deuxième étage, c'est-à-dire à 115^{m},21 au-dessus du sol.

Montage du deuxième au troisième étage. — On a vu, dans la description géné-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rale de la tour, qu'à partir du deuxième étage, le système de construction change complètement. Les quatre piliers distincts disparaissent, leurs faces extérieures se confondent deux à deux en une seule, de sorte que, jusqu'au troisième étage, la partie supérieure de la tour forme une grande cage vide en forme de tronc

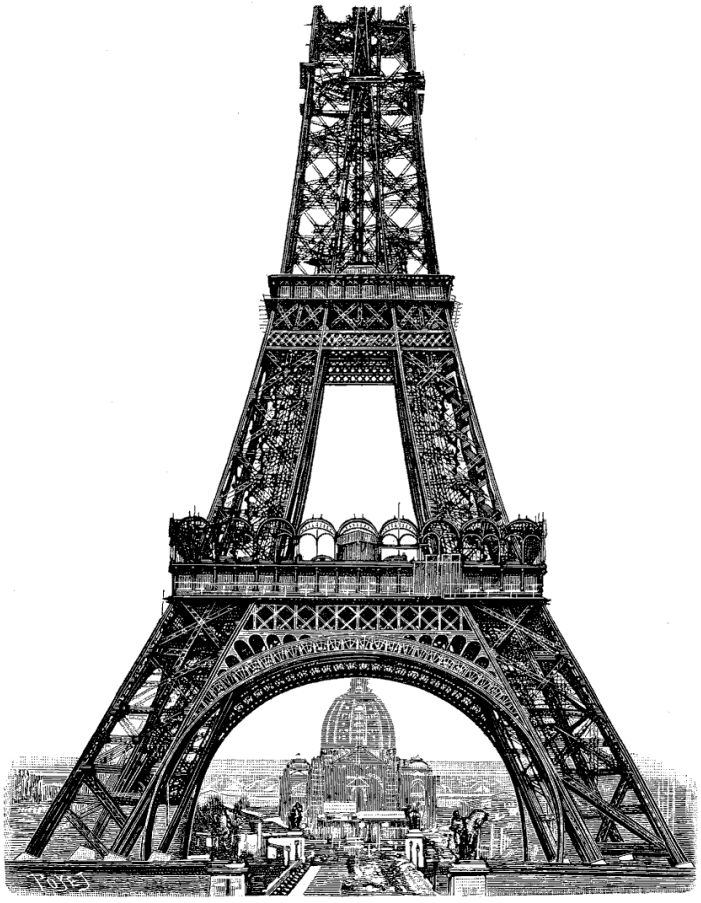


Fig. 5. — Montage du troisième étage de la tour.

de pyramide. Les chemins de roulement des ascenseurs n'existent plus, car le système employé pour la partie supérieure comporte des cabines suspendues et non plus des cabines roulantes. On voit d'après cela que la méthode employée pour le montage devait, à partir du deuxième étage, être radicalement modifiée.

Il n'était plus possible de conserver les quatre grues. La section horizontale

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la tour allait d'ailleurs en se rétrécissant de plus en plus, et deux grues devenaient suffisantes pour desservir tous les points de la construction. Il s'agissait de leur constituer un chemin vertical, en remplacement du chemin de roulement des ascenseurs sur lequel elles s'étaient hissées jusque-là.

Dans l'axe de la tour règne du 2e au 3e étage un pilier vertical qui sert de guide principal aux cabines de l'ascenseur. Il est formé par une poutre en caisson dont les âmes à treillis ont $0^m,80$ de hauteur et les semelles $0^m,60$ de largeur. La largeur des semelles n'était pas assez grande pour que celles-ci pussent servir directement de surface d'appui aux châssis des grues qui avaient été construits pour glisser sur les poutres des ascenseurs inférieurs dont l'écartement est de $3^m,80$; mais en appliquant sur ces semelles des cadres dont les bordures verticales présentaient précisément cet écartement de $3^m,80$, on parvint à créer un chemin convenable pour le halage des deux grues qui devaient parachever le montage.

Ces cadres étaient disposés de chaque côté du pilier guide central des ascenseurs. Ils se composaient des deux poutres bordures sur lesquelles on boulonnait le châssis des grues et d'une troisième poutre médiane qui s'attachait sur la semelle du pilier guide. Ces trois poutres étaient reliées entre elles par des entretoises horizontales et une croix en cornières. La hauteur des cadres était de 3 mètres. Trois cadres superposés jointivement formaient un chemin vertical de 9 mètres de hauteur, suivant lequel la manœuvre des grues pouvait se faire exactement de la même manière, et avec la même sécurité que sur les poutres des ascenseurs inférieurs.

Les cadres placés de chaque côté du pilier guide étaient reliés latéralement par un treillis en cornières de manière à former une cage rectangulaire, au milieu de laquelle se trouvait emprisonné le pilier central. On élevait simultanément les deux grues qui s'équilibraient à vide et ne tendaient à faire fléchir le pilier que lorsque l'une d'elles seulement était en charge. La flexion du pilier était combattue d'abord par les grandes entretoises qui le relient, dans chaque plan d'entretoisement, aux angles de la tour, et ensuite par des contrefiches supplémentaires et provisoires qui, s'attachant par une extrémité sur la partie centrale de la grande entretoise, étaient fixées par l'autre extrémité aux arbalétriers de la tour.

Quand les grues avaient parcouru un jeu de cadres de 9 mètres, on s'en servait pour disposer à l'avancement un second jeu de même hauteur à la suite du premier. On élevait les grues sur ces nouveaux cadres ; les anciens devenaient disponibles, attendant qu'on vienne les démonter, toujours au moyen des grues, pour être remontés plus haut.

Le relevage des grues, y compris le déplacement d'un jeu complet de cadres de 9 mètres de hauteur, n'exigeait que quarante-huit heures, temps assurément très court si l'on considère qu'il s'agissait de déplacer, par reprises successives, un en-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semble d'engins dont le poids total atteignait 45 000 kilogrammes. Les grues une fois installées pouvaient, sans changer d'altitude, monter un panneau tout entier.

Relais au deuxième étage et au plancher intermédiaire. — De même qu'on avait été conduit à installer un monte-charge à vapeur au premier étage, de même on dut en installer successivement un au deuxième étage, et enfin un troisième sur le plancher intermédiaire situé à 197 mètres de hauteur. C'est au niveau de ce plancher que les cabines des ascenseurs supérieurs se rencontrent et que se fait le transbordement des voyageurs.

En procédant comme nous venons de le dire, on arriva à la plate-forme du troisième étage à la fin de février 1889, et, un mois après, le montage était complètement terminé.

Renseignements divers. Dates relatives aux différentes phases du montage. — Commencement du montage : 1er juillet 1887 ;

Fin du montage des quatre premiers panneaux des piliers : 4 décembre 1887 ;

Commencement du montage des premières poutres horizontales : 18 décembre 1887 ;

Fin du montage des poutres du premier étage : 1er mars 1888 ;

Commencement du montage des piliers au-dessus du premier étage : 1er avril 1888 ;

Arrivée au deuxième étage : 14 août 1888 ;

Arrivée au plancher intermédiaire : 30 novembre 1888 ;

Arrivée au troisième étage : 24 février 1889 ;

Arrivée au sommet : 31 mars 1889 ;

Le montage des arcs décoratifs s'est fait en juillet et en août 1888.

Nombre d'ouvriers. — Le nombre d'hommes occupés au chantier variait, suivant les époques, de 150 à 200, se répartissant comme suit :

1 chef de chantier ; 1 sous-chef de chantier ; 8 chefs d'équipe ; 25 à 57 charpentiers ; 15 monteurs ; 2 forgerons ; 4 mécaniciens ; 32 à 50 riveurs ; 40 manœuvres ; 5 gardiens ; 15 gamins.

Durée des opérations principales. — Le montage d'un panneau de 11 mètres de hauteur dans la partie inférieure des piliers, c'est-à-dire entre le sol et le deuxième étage, exigeait en moyenne dix jours et nécessitait deux déplacements des grues. Les panneaux pesaient environ 80 000 kilogrammes par pilier, on en montait quatre simultanément.

Au-dessus du deuxième étage, il fallait sept jours pour élever la construction de la hauteur d'un panneau ; les deux grues étaient hissées en une seule fois de toute la hauteur du panneau.

Le nombre de rivets posés au chantier est un peu supérieur à un million, le poids du métal est de 7 400 000 kilogrammes. Si l'on divise ces chiffres par 21, nombre des mois employés au montage, on arrive à une moyenne de :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

47 500 rivets posés par mois et de 350 000 kilogrammes montés par mois.

En divisant la hauteur de 300 mètres par le nombre de jours écoulés depuis le 1er juillet 1887, jusqu'au 31 mars 1889, soit par 639 jours, on trouve une élévation moyenne par jour de 47 centimètres.

C'est le 31 mars 1889 que fut terminé le montage de l'ossature métallique de la tour. Il avait duré 21 mois, pendant lesquels on ne s'était jamais arrêté malgré deux hivers dont la rigueur se faisait durement sentir à la grande hauteur à laquelle on travaillait. Tous les ouvriers, fiers de l'œuvre à laquelle ils collaboraient, admirablement dirigés par leur chef de chantier, M. Compagnon, et par M. Milon, son second, qui tous les deux donnant l'exemple se montraient toujours aux endroits les plus dangereux, tous sans exception avaient fait preuve d'une énergie et d'un courage au-dessus de tout éloge.

Un succès complet couronnait enfin leurs efforts et ce fut par une magnifique acclamation sortie du fond des cœurs, que fut salué le drapeau tricolore, quand il fut hissé, ce jour-là, pour la première fois, au sommet de la tour de 300 mètres.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Treuil d'une force de 5 tonnes pour les travaux de fonderie. — Dans les chantiers de la Campine à Herenthals en Belgique, on se sert d'un treuil présentant une disposition remarquable qui le rend très propre aux manœuvres des ateliers de fonderie. Dans ces travaux, en effet, on a à mettre en mouvement tantôt des modèles relativement légers, tantôt des formes déjà plus lourdes, tantôt enfin des pièces fondues souvent très pesantes ; il est donc avantageux de disposer d'un appareil permettant de soulever et de transporter ces charges diverses, aussi commodément que possible, et, pour chacune d'elles, dans les conditions de travail les plus favorables.

Le treuil des chantiers de la Campine résout élégamment ce problème : avec cet appareil un homme peut soulever rapidement 200 kilog. et deux hommes manœuvrent avec facilité des fardeaux de 5 tonnes.

Ce treuil se compose de deux cylindres, distants de 1 mètre d'axe en axe ; l'un de $0^m,277$, l'autre de $0^m,325$ de diamètre. Une corde est enroulée en sens contraire sur chacun d'eux et sa partie moyenne pend entre les cylindres en supportant une poulie libre à crochet, destiné à saisir les charges. Le petit cylindre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est actionné directement par une roue à gorge, mise elle-même en mouvement par une chaîne tirée à bras.

Pour les petites charges, le gros cylindre étant immobilisé par un cliquet, les parties du treuil précédemment décrites fonctionnent seules comme treuil simple.

Le gros cylindre est mis en mouvement par une roue à gorge dans laquelle passe une chaîne tirée à bras, mais son action n'est pas directe : l'axe de la roue à gorge porte un pignon qui engrène avec une roue dentée calée sur l'axe du gros cylindre. Pour soulever les fardeaux de poids moyen, allant par exemple jusqu'à 1 000 kilog., le petit cylindre est immobilisé par son cliquet, le gros cylindre agit seul sur la charge en fonctionnant comme treuil composé.

Enfin, pour manœuvrer les pièces pesant de 2 à 5 tonnes, on utilise l'appareil comme treuil différentiel, la corde s'enroulant sur le gros cylindre pendant qu'elle se déroule sur le petit.

Une chaîne de Gall est disposée à cet effet sur deux roues dentées, l'une calée sur l'axe du petit cylindre, l'autre folle sur l'axe du gros cylindre, mais pouvant être rendue solidaire de ce dernier au moyen de dents d'embrayage et par l'action d'un levier.

Le treuil est en outre muni d'un dispositif ingénieux permettant d'agir à l'aide d'une chaîne sur les galets de roulement, et d'obtenir ainsi simplement la progression de l'appareil sur ses rails.

(*Engineering.*)

L'utilisation des produits extraits de la fumée. — Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a pu remarquer les inconvénients de la fumée notamment dans les grandes villes qui réunissent un nombre considérable d'usines productrices de fumée : aussi, dès longtemps, s'est-on efforcé d'assurer la fumivorité des cheminées d'usine et même des locomotives de chemins de fer. Aujourd'hui il ne s'agit plus seulement d'éviter un inconvénient, mais bien d'utiliser au mieux le combustible, de tirer parti de tout, en un mot.

Il existe trois ou quatre établissements métallurgiques écossais auxquels la « Furnace gas Company » paye annuellement une certaine somme pour le droit de recueillir la fumée et le gaz qui sortent de leurs hauts fourneaux. On fait passer gaz et fumée à travers plusieurs kilomètres de tuyaux en fer, diminuant le diamètre depuis $1^{m},80$ jusqu'à $0^{m},45$, et, comme les gaz se refroidissent, il s'y dépose une quantité considérable d'huile.

Chez MM. Dixon à Glascow, où est la moins importante de ces installations, la compagnie peut recueillir environ 60 millions de pieds cubes de gaz des hauts fourneaux par jour, et elle obtient ainsi une moyenne de 113 586 litres d'huile par semaine; on emploie le résidu gazeux formé en grande partie d'oxyde de car-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bone surtout comme combustible pour la distillation. On recueille ainsi dans les condenseurs une grande quantité d'ammoniaque.

Un petit nombre de fours à coke sont munis de même, d'appareils à condensation qui recueillent une énorme masse d'huile. On utilise ce produit en le brûlant dans des lampes pour l'éclairage et aussi pour le traitement du bois des traverses de chemins de fer.

L'huile des hauts fourneaux contient au moment de sa condensation de 30 à 35 p. 100 d'eau.

M. Staveley de Baghill la distille dans un appareil à colonne. Il lui enlève ainsi toute la paraffine, une grande quantité du crésol, un peu de phénol et 10 p. 100 de pyridine. Elle peut alors être employée dans de meilleures conditions pour l'injection des traverses, elle peut encore servir à enrichir un gaz pauvre, et par suite à abaisser le prix de revient du gaz d'éclairage.

(*Génie civil.*)

Poêle thermo-électrique de M. le docteur Giraud. — L'aspect extérieur de ce poêle est celui d'un poêle mobile. Le mode de chargement est le même, mais il existe des différences notables dans la circulation des gaz chauds et le réglage de la combustion. Les gaz produits par la combustion s'échappent verticalement dans une enveloppe cylindrique et redescendent dans une seconde enveloppe concentrique à la première pour se rendre à la cheminée. Cette disposition a pour but d'éviter les coups de feu et d'égaliser la température à laquelle sont portées les soudures chaudes.

Ces gaz chauds arrivent au contact d'une série de boîtes rectangulaires en tôle de fer emboutie, constituant une sorte de damier cylindrique, dans lesquelles viennent se loger les éléments thermo-électriques. Ces éléments, au nombre de 700 environ, sont disposés en vingt-cinq couronnes horizontales. Ils sont constitués par des couples nickel ou fer-blanc et alliage à base de zinc et d'antimoine, additionné de certains métaux en petite quantité pour augmenter la résistance mécanique des couples et retarder leur fusion.

Les 700 éléments sont tous montés en tension. La force électromotrice est d'envion 40 volts à pleine marche et l'intensité en court circuit est de 4 ampères. Dans les conditions de puissance utile maximum, les seules dans lesquelles on puisse se placer avec les piles thermo-électriques, puisque la consommation du combustible est indépendante de la production de la pile, le débit utile est de 40 watts correspondant à environ 1 kilowattheure par jour pour la marche continue.

La consommation de combustible correspondant à cette allure est d'environ 28 kilogrammes de coke par jour, on voit que le kilowattheure ainsi produit revient à 1 fr. 50, prix exactement égal à celui demandé au maximum par les stations centrales d'électricité de Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme le débit est trop faible pour que l'on puisse allumer directement plus d'une lampe à la fois par le poêle, on est obligé d'avoir recours à des accumulateurs, ce qui augmente les frais d'installation et réduit la quantité d'énergie électrique disponible. En réalité, l'énergie électrique fournie par le poêle est plus chère que celle fournie par les stations centrales, mais on a alors le chauffage pour rien, et il faut équitablement le faire entrer en ligne de compte.

Quoi qu'il en soit, le poêle thermo-électrique est une solution intéressante de l'éclairage domestique sur une petite échelle, dans tous les cas où l'on ne dispose pas d'une usine centrale de distribution; et c'est pour cela que nous avons cru devoir en donner une description succincte, afin de montrer que, dans certains cas, tout au moins, une chaudière à vapeur, un moteur à vapeur et une dynamo ne constituent pas le procédé le plus avantageux pour effectuer la transformation de l'énergie thermique de combustion du charbon en énergie électrique.

(*Génie civil.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 10 *avril* 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

M. Auguste Kirschner, directeur des filatures de la Société cotonnière de Saint-Étienne-du-Rouvray (Seine-Inférieure). — Volant cardeur pour coton. (Arts mécaniques.)

M. Morin, lauréat de la Société, rue Oudinot, 1. — Pli cacheté contenant la description d'un régulateur de température pour les appareils de chauffage par la vapeur. (Dépôt accepté.)

M. Bonnet fils aîné, à Castres (Tarn). — Accumulateur de force. (Arts mécaniques.)

M. l'abbé Tabouriech, rue de Grenelle, 4. — Pli cacheté contenant la description de la nouvelle ceinture de Paris. (Dépôt accepté.)

M. Després, rue Montgallet, 35. — Nouveau bateau de sauvetage. (Arts mécaniques.)

M. Le Goaziou, rue Duvivier, 19. — Scrutateur électrique instantané. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Richard, rue Yvon-Villarceau, 4. — Appareil destiné à empêcher les fraudes dans les produits solides et liquides. (Arts économiques.)

M. Paraire, ingénieur civil, rue des Petites-Écuries, 51. — Note sur le maximum de rendement de la machine à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. Chevillard, rue des Trois-Frères, 28. — Courroies de sûreté pour les sacoches des garçons de recette. (Arts mécaniques.)

M. Barrouin, rue de Sèvres, 91. — Appareil régulateur pour pianos. (Arts économiques.)

M. Durenne, constructeur, à Courbevoie. — Chaudière à vapeur à foyer intérieur annulaire, multitubulaire à tubes curvilignes, à mise en pression rapide et à vive circulation. (Arts mécaniques.)

M. Guitton, ingénieur et architecte, boulevard des Pommiers, 3, à Angers, présente, au nom de *M. Desnous*, constructeur à Vern (Maine-et-Loire), un nouveau moteur aérien. (Arts mécaniques.)

M. le Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts annonce que le 19 mai prochain aura lieu l'ouverture du congrès des sociétés savantes, dont les travaux se poursuivront durant les journées des 20, 21 et 22 mai. Il demande que la Société désigne, avant le 15 avril, des délégués.

M. Haton de la Goupillière, président de la Société, fait hommage pour la bibliothèque du tome II de son *Cours de machines*. 1er fascicule : Machines à vapeur.

M. Schlumberger, rue de Vaugirard, 285. — Pli cacheté contenant la description de procédés perfectionnés pour la fabrication d'un papier spécial à filigranes colorés et pour un genre d'impression particulier destiné à la confection des valeurs fiduciaires. (Dépôt accepté.)

M. Natalis Rondot, membre du Conseil, annonce la mort de M. Heimendahl, correspondant de la Société. M. Alexandre Heimendahl, conseiller intime supérieur du commerce, était depuis plus de vingt ans président de la chambre de commerce de Crefeld. Il avait été un des premiers fabricants d'étoffes de soie de la Prusse Rhénane et était un des hommes qui connaissaient le mieux les industries des tissus. Il avait un esprit très ouvert, très droit, très libéral et avait une haute valeur.

M. Périssé, président de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail, adresse une invitation pour la réunion de l'assemblée générale annuelle de cette association.

M. Auguste Lippens, correspondant de la Société, à Gand, adresse plusieurs ouvrages d'agriculture de la Flandre orientale (Belgique.) (Remerciements.)

M. le D^{r} Effront. — Action des acides minéraux dans la saccharification par le malt et la fermentation des matières amylacées. (Arts chimiques.)

M. Antoine Bardoux, cultivateur, faubourg des Commards, à Dôle (Jura). —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Concours pour le prix fondé par M. Meynot aîné père et fils. (Agriculture.)

M. Souquelle, passage Aury, 6, rue de Flandre. — Appareil à produire l'alcool. (Arts chimiques.)

M. le Président de la Société scientifique et littéraire d'Alais (Gard) envoie le tome XX des Comptes rendus de cette Société, presque exclusivement consacré à Dumas, et demande l'échange des publications de cette Société avec celles de la Société d'Encouragement. (*Bulletin.*)

M. Jacques Blanc, jardinier, quartier de la Robine, à Valence (Drôme). — Concours pour le prix fondé par M. Meynot aîné père et fils. (Agriculture.)

MM. Badin et *Escoffier*, rue Tiquetonne, 62. — Note sur des améliorations à apporter dans le cuvage des vins en particulier et aussi des boissons fermentées. (Arts chimiques.)

M. Émile Moret, à Charmes (Vosges). — Méthode pratique de comptabilité. (Commerce.)

M. le Président annonce la mort de *M. Cahours*, membre de l'Institut, membre du Conseil de la Société depuis l'année 1844. Il rappelle les services rendus à la science et à l'industrie par cet éminent collègue et exprime les regrets de la Société.

M. le Président annonce également la mort de *M. le colonel Goulier*, membre du Conseil, et manifeste les regrets de la Société pour la perte de ce savant collègue qui lui a rendu de grands services par son activité et ses connaissances. *M. le colonel Pierre* donne lecture de l'allocution qu'il avait préparée pour être prononcée, au nom de la Société d'Encouragement, aux obsèques de son collègue. (*Bulletin.*)

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Parisse, ingénieur des arts et manufactures, à Paris, présenté par *M. Lecœuvre;*

M. le baron Jean Roslin d'Ivry, à Paris, présenté par *M. Redier;*

M. Marcellin Castelnau, ingénieur civil des mines, directeur de la Société générale du traitement des minerais, à Castres, présenté par *M. Redier;*

M. Chiris, sénateur, manufacturier, à Grasse, présenté par *MM. Aimé Girard* et *de Luynes;*

M. François Gillet, manufacturier, à Lyon, présenté par *MM. de Luynes* et *Aimé Girard.*

Ouvrages offerts a la Société. — *Premier rapport du secrétaire de l'agriculculture*, 1889, par M. Rusk. Washington.

U. S. department of agriculture, Washington. — *Experiment station Record*, décembre 1890 et janvier 1891.

Culture of the sugar beet and manufacture of beet sugar, par H. W. Wiley, chimiste.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Record of experiments in the production of sugar from sorghum, par H. W. Wiley, chimiste.

A popular treatise on the extent and character of food adulterations, par Alex. J. Wedderburn, agent spécial.

The Journal of mycology, vol. VI, n° 3.

Report on the experiments made en 1889, *in the treatment of the fungus diseases of plants*, par B.-T. Galloway.

Report on flax, hemp, ramie ad jute, par Charles Richards Dodge, agent spécial.

Report upon the members and values of farm animals and in freight rates of transportation companies.

Report of observations and experiments in the practical work of division of entomology.

Insect life, vol. III, n° 5.

Reports from the consuls of the United States. Washington, n^{os} 117 à 123.

Annual report and statements of the chief of the bureau of statistics on the foreign commerce and navigation, immigration and tonnage of the United States, 30 juin 1890.

Ces ouvrages sur les États-Unis ont été offerts par *M. Carroll, D. Wright*, correspondant de la Société.

Ministère du commerce, de l'industrie et des colonies. — *Rapport à M. le Président de la République sur les opérations des caisses d'épargne ordinaires*, année 1889.

Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts. — *Bulletin de géographie historique et descriptive*. Année 1890, n° 4.

Les Voyageurs de commerce à Panama (Colombie), par M. A. Schiffmann.

Société agricole de la Flandre-Orientale. Rapport sur l'état de l'agriculture dans la province, pendant l'année 1890.

Concours de vergers. — Rapport sur les opérations du jury, par Fred. Burvenich père. — *Voyage agricole en Angleterre*, 1877, par M. Auguste Lippens, correspondant de la Société.

L'Année industrielle, par M. Max de Nansouty, 1891, vol. in-12, Tignol, éditeur.

Les Cuirasses du Creusot et les cuirasses compound, par Émile Weyl, officier de marine en retraite, br.

Annuaire de l'imprimerie, 1891, par Arnold Muller, typographe, 1re année.

Rapports des Comités. — *Distillation des produits agricoles. — M. Muret* fait, au nom du Comité d'agriculture, un rapport sur le traité de la distillation des produits agricoles et industriels par *MM. Fritsch* et *Guillemin*, qui est appelé à rendre service à la distillerie en raison des renseignements intéressants qu'il contient.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Comité propose de remercier les auteurs de leur communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces propositions sont adoptées.

Embrayage élastique. — *M. Brüll* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur l'embrayage élastique de *M. A. Brancher*, ingénieur-constructeur, rue de la Chaussée-d'Antin, 6.

L'embrayage de M. Brancher est formé d'un lien élastique et composé de bandes d'acier garnies de cuir qui font deux tours et demi autour d'un godet cylindrique.

La combinaison mécanique d'après laquelle est construit cet appareil est fort ingénieuse; il rend des services appréciables en permettant de mettre en jeu progressivement sans choc et sans vibration, des résistances assez considérables. Pour ces raisons, le Comité a l'honneur de proposer de féliciter M. Brancher et d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec les croquis représentant l'appareil et avec les légendes nécessaires.

Bascules. — *M. le colonel Pierre* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur les perfectionnements apportés par *M. Guillaumin*, directeur des ateliers de la Société des ponts à bascule, à Voiron, aux bascules de son invention. M. Guillaumin, lauréat de la Société en 1887, pour son remarquable pont à bascule, a constamment travaillé depuis à perfectionner son œuvre et, en particulier, à appliquer son mode de vérification de justesse aux instruments divers employés au pesage des objets de toutes grandeurs et de tous poids.

En indiquant sommairement dans ce rapport les nombreux et intéressants travaux de M. Guillaumin, le Comité des arts mécaniques est d'avis qu'il serait très utile pour le commerce d'appeler l'attention du public sur les appareils établis par cet inventeur.

En conséquence, il propose de remercier M. Guillaumin de son intéressante communication et de faire insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, en y ajoutant les dessins avec légende explicative qui représentent l'un des types examinés.

Ces propositions sont adoptées.

Communications.— *Industrie de l'air comprimé.* — A l'occasion de l'inauguration d'un moteur de 16 chevaux, actionné par l'air comprimé suivant le système Popp, qui vient d'être installé dans l'hôtel de la Société, *M. Solignac*, ingénieur de la Compagnie Popp, fait une communication sur l'ensemble de l'organisation de la Compagnie Parisienne de l'air comprimé et de l'outillage dont elle dispose dans la distribution d'air à Paris. L'air comprimé est fourni à Paris par deux usines, l'une située à Saint-Fargeau, l'autre au quai de la Gare à Bercy. Les conduites présentent un réseau de 80 354 mètres de longueur qui se ramifie sur un certain nombre d'artères principales constituées par deux lignes sortant de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'usine et descendant l'une, la rue de Belleville et l'autre gagnant la place de la Bastille par les boulevards extérieurs et la rue de Charonne pour se rejoindre à la conduite du Nord par les quais et la rue Royale. Ces deux conduites sont chacune de 0,300; elles sont en fonte et à joints parfaitement étanches.

M. Solignac expose ensuite les diverses opérations que nécessite la compression de l'air, signale les *desiderata* que l'on demande à un compresseur, et décrit l'ensemble des machines qui permet à la Compagnie, avec ses deux usines conjuguées, de distribuer sur son réseau de 120 à 130000 mètres cubes d'air par heure.

Après avoir fait ainsi connaître les moyens de production et de distribution de l'air comprimé, il indique ses modes d'application dont le nombre est déjà considérable et augmente tous les jours. La principale application est la force, et les types de machines employées varient avec leur importance. La plus petite est celle qui est relative à l'horloge pneumatique. Il cite ensuite les applications relatives à la production du froid, à la marche des ascenseurs, à toutes les industries de souffleries, à l'élévation des liquides, en un mot, à tous les usages où l'on a besoin d'un ressort toujours bandé et prêt à fournir une quantité d'énergie immédiatement disponible et dans une proportion quelconque.

En résumé, la Compagnie Parisienne de l'air comprimé a créé une industrie nouvelle et n'ayant que des rapports éloignés avec celle que l'on connaît jusqu'à présent par son application dans les mines. Elle a doté Paris d'un réseau transportant l'énergie sur tous les points, sous toutes les formes, répondant à des besoins laissés jusqu'ici en souffrance et en en créant de nouveaux; enfin elle donne du travail à une population de 400 ouvriers et consomme 200 tonnes de charbon par jour.

M. le Président remercie *M. Solignac* et la Compagnie Popp de cette intéressante communication, qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

Orgue-Célesta. — *M. Delon*, publiciste à Sèvres, présente l'instrument de *MM. Mustel* frères désigné sous le nom d'*Orgue-Célesta*.

Comme son nom l'indique, c'est un instrument double, constitué par la réunion de deux instruments distincts, différents de principe et de sonorité, combinés d'une façon très heureuse et mettant à la disposition de l'exécutant un timbre d'une nature toute spéciale et d'une pureté merveilleuse, et des effets absolument nouveaux. Il est pourvu de deux claviers superposés, l'un appartenant à l'orgue, l'autre au *célesta*. L'orgue est un harmonium possédant huit jeux de timbres variés et résumant tous les perfectionnements de la facture artistique moderne : *percussion*, *double expression*, *forte expressifs*, *métaphone* modifiant à volonté la sonorité de certains jeux, *anches euphoniques* leur donnant une rondeur exceptionnelle; ces quatre dernières inventions dues à MM. Mustel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le second clavier est celui du *célesta*. L'instrument ainsi dénommé a pour organes essentiels des plaques d'acier vibrantes posées sur des caisses de résonnance destinées à renforcer le son et mises en vibration par le choc de marteaux en relation avec les touches du clavier. Ainsi attaquées, ces lames rendent des sons purs et cristallins assez prolongés, d'une intensité suffisante pour se faire entendre par-dessus les jeux réunis de l'orgue. Le clavier du célesta a une étendue de quatre octaves à partir de l'*ut de deux pieds*. Un mécanisme d'accouplement permet de réunir à volonté les claviers pour faire parler simultanément les deux instruments sous le même coup de doigt, ou de les séparer selon l'intention de l'exécutant. Cet instrument a figuré à l'Exposition universelle de 1889.

M. le Président remercie *MM. Delon* et *Mustel* de leur intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Séance du 24 avril 1891.

Présidence de *M. Troost*, Vice-Président.

M. Tricotel, rue Boulainvilliers, 7, Paris-Passy. — Appareil d'aviation par l'hélice. (Arts mécaniques.)

M. Petitpas-Bollée, à Brévannes (Haute-Marne). — Appareil destiné à arrêter les chevaux emportés. (Arts mécaniques)

M. le Dr M. Laffont, rue Saint-Honoré, 245. — Ouvrage intitulé : *le Gaz d'eau au point de vue du combustible, de la force motrice, de l'éclairage et de l'hygiène*. (Arts chimiques.)

M. Dautrec, professeur de tissage et filature à l'école professionnelle de Reims. — Procédé spécial ayant pour but de faire le remuage mécanique du vin de Champagne. (Arts économiques.)

M. Peraux, rue Saint-Dizier, à Nancy. — Règle à calcul. (Arts mécaniques.)

M. Arth. Paris, à Greux-Domrémy (Vosges). — Comptabilité automatique. (Commerce.)

M. Gaspard Bonneton, propriétaire à Albon (Drôme), demande à concourir pour le prix Meynot. (Agriculture.)

M. Julian, comptable, rue Saint-Jean-le-Vieux, à Avignon, maison Baratier. — Imperméabilisation des tissus. (Arts chimiques.)

M. Brun fils, à Mussidan (Dordogne). — Terre réfractaire de Mussidan pour creusets de verreries. (Arts chimiques.)

M. le Dr Maisonneuve, à Angers. — Recherches sur l'anthonome qui s'attaque aux boutons à fleurs des poiriers. (Agriculture.)

Ouvrages offerts a la Société. — Par *Miraglia*, directeur de l'Agriculture

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à Rome, correspondant de la Société : 45 *feuilles de la carte hydrographique d'Italie*.

Par *M. Collignon*, secrétaire de la Société : — *Communications faites au Congrès de Limoges,* 1890, *de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 2 brochures : 1° *Problème de mécanique;* 2° *Examen d'un lieu géométrique.*

Par *M. le Ministre du commerce*, de l'industrie et des colonies : — *Statistique générale de la France*, tomes XVIII et XIX. — *Statistique annuelle*, 1888 et 1889.

Par *M. le Ministre de l'instruction publique* : — *Revue des travaux scientifiques*, tome X, livraisons 9 et 10.

Collection des mémoires relatifs à la physique, publiés par la Société française de physique, tome V. — *Mémoire sur le pendule.* Seconde partie.

Smithsonian Institution, Washington. — *Annual Report of the Board of Regents*, pour l'année finissant en juillet 1888. — *Report of the U. S. National Museum* pour l'année finissant en 1888.

La Construction mécanique. Éléments : bois, fonte, fer, acier et trempe des outils, métaux divers et alliages, travail des métaux, outils, machines-outils. — *Organes élémentaires :* rivures, boulons, clavettes. — *Appendice :* matières diverses, par *M. J. Buchetti*, ingénieur civil, E.-C. Paris, A.-M. Aix, ex-constructeur. Ouvrage contenant 80 figures et 17 planches. Chez l'auteur, boulevard Saint-Germain, 92.

Société des Conférences populaires, 13 et 15, place de la Bourse. — *Programme et Statuts.*

Discours prononcés sur la tombe de M. Jacques Armengaud aîné, le 26 janvier 1891, par *MM. Casalonga*, ingénieur, et *Périssé*, ingénieur, membres de la Société.

Critique et perfectionnement de la science actuelle, par *Émile Delaurier*, membre de la Société, 1 vol. in-12. G. Carré, éditeur.

Scrutateur électrique instantané système Le Goaziou, br. G. Carré, éditeur.

Rapports des Comités. — *Tarifs du pétrole.* — *M. C. Lavollée* fait, au nom du Comité du commerce, un rapport sur le tarif du pétrole.

M. le Rapporteur examine les arguments invoqués à l'appui de ces divers intérêts, et il conclut à une réduction très sensible des droits sur le pétrole brut, avec un écart de 5 francs en faveur du pétrole raffiné, écart qui a été proposé par le gouvernement dans le projet de tarif.

Le Comité de commerce, s'associant à l'opinion précédemment exprimée par le Comité des arts économiques, propose au Conseil d'émettre un vœu pour que le tarif du pétrole soit abaissé dans de fortes proportions et d'approuver l'insertion du rapport au *Bulletin.*

Ces propositions sont adoptées.

Enseignement agricole. — *M. Heuzé* fait, au nom du Comité d'agriculture, un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rapport sur un ouvrage de *M. Henry Marchand*, chef de bureau au ministère de l'agriculture, publié sous le titre : *Tu seras agriculteur*. Dans le but d'intéresser ses jeunes lecteurs aux travaux de la vie agricole et de leur faire comprendre la nécessité, pour les petits et moyens cultivateurs, de ne pas suivre les anciens errements, M. Marchand s'est imposé la tâche d'esquisser la vie laborieuse d'une honnête famille agricole qui, après un travail incessant, mais réfléchi, intelligent et progressif, est parvenue à une honorable aisance.

Le Comité d'agriculture propose au Conseil de remercier *M. Marchand* de l'envoi de son intéressant ouvrage et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Applications du liège. — *M. Bunel* fait, au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur les divers produits de la Société *la Subérine* présentés par *M. Girard de Vasson,* boulevard de Vaugirard, 8.

L'industrie des agglomérés de liège n'est pas d'origine française; les premières briquettes ont été importées d'Allemagne, fabriquées avec les déchets de nos fabriques de bouchons. L'introduction de cette nouvelle industrie ne peut donc qu'être accueillie favorablement par la Société d'Encouragement et le Comité des constructions et des beaux-arts propose, en conséquence, de remercier *M. Girard de Vasson* de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Olfactomètre.* — *M. Charles Henry* présente deux instruments nouveaux : un *olfactomètre*, destiné à mesurer l'intensité d'un parfum par l'inverse du poids de vapeur odorante nécessaire au minimum perceptible, et un *pèse-vapeur*, complémentaire de l'olfactomètre, destiné à mesurer la vitesse d'évaporation des parfums, et qui peut encore servir de balance de précision et de densimètre des liquides. Les procédés suivis actuellement en parfumerie pour avoir une idée de l'intensité respective de deux essences n'ont aucune valeur : ils consistent ordinairement dans l'olfaction de deux papiers buvards, sur chacun desquels on a déposé le volume mal défini qu'on appelle une goutte. Si l'expérience ne dure que quelques minutes, c'est en général le parfum le plus volatil qui paraîtra le plus intense; si elle dure plusieurs jours, c'est le moins volatil qui paraîtra le plus intense ; si les parfums sont aussi volatils l'un que l'autre, leurs intensités respectives se confondront au bout de quelques jours, car elles seront trop faibles pour être distinguées en elles-mêmes ; d'ailleurs, d'un jour à l'autre, le minimum perceptible de l'opérateur varie et des comparaisons dans ces conditions sont illusoires. La détermination précise de l'intensité d'une odeur a cependant une grande importance industrielle, puisque c'est cette quantité, à égalité de finesse, qui détermine le prix.

L'olfactomètre, construit par G. Berlemont, consiste essentiellement en un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réservoir de verre destiné à recevoir quelques gouttes du liquide odorant et traversé par deux tubes glissant l'un dans l'autre : 1° un tube de papier bouché à son extrémité ; 2° à l'intérieur de celui-ci, un tube de verre, dont on enfonce l'extrémité dans une des narines, en bouchant l'autre. Quand le tube est au bas de sa course, l'odeur ne peut parvenir aux narines. Dès que l'opérateur soulève avec la main le tube de verre, la vapeur s'écoule du réservoir dans le tube; au moment où la sensation minima se produit, on arrête le mouvement. Connaissant la hauteur z et la durée t de soulèvement, le rayon R du tube de papier, le poids Q′ de vapeur qui passe du réservoir saturé dans le tube par millimètre carré en une seconde, on a, comme le montre l'intégration, le poids P_0 qui a passé finalement dans le tube, par la formule très simple :

$$P_0 = \pi R z t Q'.$$

Pour pouvoir déterminer Q′, il fallait le rattacher à une quantité accessible à l'expérience, la vitesse d'évaporation du parfum. C'est ce qu'il a été possible de faire par la théorie entièrement nouvelle de la diffusion à travers des membranes flexibles, comme le papier de l'olfactomètre. Des expériences poursuivies par l'auteur avec M. Gustave Robin ont donné ce résultat remarquable, que le rapport de la vitesse d'évaporation à travers le papier à la vitesse d'évaporation à l'air libre est une constante, la même pour tous les corps, indépendante de la température dans les limites observées (de + 4° à 14°) et égale en moyenne à 0,65. En appelant α ce rapport, on obtient, grâce à la considération d'un coefficient spécial analogue au pouvoir émissif de la surface dans la théorie de la diffusion de la chaleur, la relation suivante entre Q′ et la vitesse d'évaporation à l'air libre q :

$$Q' = q \frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

C'est pour pouvoir obtenir rapidement cette quantité q que l'auteur a recouru à un aréomètre très sensible, surmonté d'une coupelle d'argent destinée à contenir le liquide et qui a reçu le nom de *pèse-vapeur*. Cet appareil se déplace dans de l'alcool qu'on maintient à une température bien constante en immergeant l'éprouvette dans un seau d'eau de plusieurs litres. Par des précautions simples, on évite les perturbations que pourrait causer la capillarité. On gradue empiriquement le pèse avant et après chaque évaporation. Dans les bonnes conditions, on peut arriver à peser au 1/20 de milligramme près ; l'instrument est d'un prix tout à fait minime. Une table, calculée d'après la formule

$$S = \sqrt{2\pi D v}\left[1 - \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2v}{\pi D^3}}\right],$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D étant le diamètre de la sphère à laquelle appartient la coupelle, donne la surface S en fonction du volume v du liquide déposé dans la coupelle.

La vitesse d'évaporation n'est pas seulement intéressante par son utilité en olfactométrie : elle peut être un indicateur précieux de la pureté du corps. A ce point de vue, le pèse-vapeur pourrait rendre de grands services par le dosage des dissolutions et des mélanges. En général, la vitesse d'évaporation d'un mélange est moindre que la vitesse d'évaporation du liquide le plus volatil.

Voici quelques vitesses d'évaporation de dissolutions alcooliques de parfums de la Société hygiénique (en millionièmes de milligramme par seconde et par millimètre carré) :

Alcool	283
Eau de Cologne ambrée	231
White rose	228
Ylang-ylang	198

Ces mesures peuvent servir à reconnaître des falsifications :

Géranium (Rimmel)	9,01
Essence de bois de rose (Lubin)	13,8
Géranium falsifiée par le bois de rose (1/17,4 du mélange)	11,9
Lavande (Raphel Carbonel)	40,3
Aspic	17,4
Lavande falsifiée par l'aspic (1/17 du mélange)	22,5
Amandes amères (Gellé)	28,1
Nitrobenzine	9,91
Amandes amères falsifiée par la nitrobenzine (1/12,7 du mélange)	18,8
Cannelle (Guerlain)	27,6
Cassie (Soc. des parf. nat. de Cannes)	181
Cannelle falsifiée par la cassie (1/16,6 du mélange)	92,6
Citron (Roger et Gallet)	17,2
Essence de térébenthine	44,2
Citron falsifiée par l'essence de térébenthine (1/18,3 du mélange)	25,8
Essence de pétrole de la Soc. des parf. nat. de Cannes	1480
Pétrole ordinaire	44,1
Essence de pétrole de la susd. Soc., falsif. par ce pétrole (1/18 du mélange)	13,70

Pour toutes ces mesures, on doit s'assurer avant tout de la constance de la température.

Revenons à l'olfactomètre.

Pour obtenir le minimum perceptible, il faut déterminer le poids de vapeur odorante qui reste dans l'instrument et le retrancher du poids de vapeur qui a passé du réservoir dans le tube. Cette différence de poids est sans doute encore

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus forte que le minimum perceptible, car vraisemblablement toute la vapeur absorbée n'agit pas sur la membrane olfactive; mais les moyens expérimentaux actuellement possibles ne permettent pas d'aller plus loin. Pour déterminer le poids restant dans l'appareil, il faut connaître le rapport du poids absorbé à chaque inspiration au poids total qui se trouve dans le tube. C'est ce qu'a donné une expérience faite sur un mélange d'air et d'acide carbonique dans un tube de la forme et de la capacité moyenne du tube de l'olfactomètre. On a trouvé pour ce rapport $r = 0{,}0173$: ceci dans le cas d'une certaine inspiration moyenne; mais par le pneumographe il est aisé de passer d'une inspiration à une autre et de corriger en conséquence cette valeur peu variable d'ailleurs. Si on appelle n le nombre des inspirations, on trouve pour p le poids absorbé par les narines et correspondant au minimum perceptible :

$$p = \frac{P_0}{3} rn.$$

C'est par cette formule que l'auteur a trouvé sur lui-même (en millièmes de milligramme) les minima perceptibles suivants :

Ylang-ylang	0,331
Winter-green	12,22
Menthe	37,9
Lavande	1343,1

On voit que l'olfactométrie n'exige que quelques multiplications et une division faite une fois pour toutes.

M. le Président remercie *M. Henry* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Scrutateur électrique instantané. — *M. Le Goaziou* fait une communication sur son scrutateur électrique, dont il soumet les plans détaillés à la Société. Cet appareil a pour but de totaliser et d'enregistrer instantanément les votes du Parlement, auquel l'inventeur a fait don de son système. Il se compose de transmetteurs de votes mis en relation avec les mêmes organes de réception par l'intermédiaire d'un distributeur rotatif et d'un répartiteur de votes.

Chaque transmetteur possède en substance deux boutons de manœuvre qu'il suffit de pousser légèrement du doigt pour préparer le vote. L'un des boutons, employé seul, sert à exprimer le vote *pour*, et l'autre à exprimer le vote *contre* : manœuvrés à la fois, les deux boutons émettent exclusivement le vote d'*abstention*, tandis que si on les laisse au repos, ils transmettent automatiquement l'indication de l'*absence* du votant, indication qui sert à établir la liste de ceux qui n'ont pas pris part au vote.

Les votants peuvent modifier et rectifier à volonté leurs suffrages pendant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tout le temps que le scrutin reste ouvert. Dès qu'il est déclaré clos, les votes sont recueillis instantanément en mettant en marche le distributeur rotatif. Tous les boutons d'émission sont ensuite rappelés automatiquement au repos sous l'influence d'un courant, et l'appareil est prêt pour un nouveau scrutin.

Les organes servant à la réception des votes sont de deux sortes : les compteurs et les enregistreurs.

Les compteurs indiquent les résultats numériques du scrutin en gros chiffres facilement lisibles de tous les votants : ils peuvent totaliser jusqu'à 600 votes par minute, en employant des dispositifs optiques et mécaniques dont M. Le Goaziou donne l'exposé.

L'appareil servant à l'enregistrement des votes offre la plus grande simplicité; il se compose uniquement d'un cylindre métallique recouvert de la feuille de scrutin et de quatre molettes traçantes actionnées par les quatre électro-aimants du *pour*, du *contre*, de l'*abstention* ou de l'*absence*. Ce cylindre est fixé sur l'axe même du distributeur, d'où résulte le synchronisme absolu de la marche de ces deux organes.

Le rôle du courant est réduit au strict nécessaire, l'indication des suffrages par des traits, que les molettes traçantes inscrivent à côté des noms des votants, imprimés préalablement sur les feuilles de scrutin.

Avant de faire fonctionner les compteurs et les enregistreurs, les courants émis par les divers transmetteurs traversent un petit appareil accessoire appelé répartiteur de votes. Son rôle consiste à établir les communications nécessaires à l'émission des votes simples et à interrompre les circuits qui pourraient donner lieu à des votes multiples ou contradictoires. On empêche ainsi les abus et les erreurs qui ont jeté tant de discrédit sur le mode actuel de votation par bulletins.

Dans sa conclusion, M. Le Goaziou invoque la loi impérieuse du progrès, pour substituer des procédés électriques rapides et précis au vote par bulletins de carton, si lent et si défectueux.

« Le dépouillement complet, mais la plupart du temps erroné, de ces bulletins, dit-il, atteint souvent *une heure* à la Chambre des députés, alors que le dépouillement définitif et rigoureusement sincère par l'électricité n'y prendrait qu'*une minute*. Ce simple rapport de 60 à 1 montre toute la distance qui sépare le vote électrique du vote par les petits cartons... L'adoption de cette réforme facilitera beaucoup l'exercice matériel des fonctions les plus importantes de la vie parlementaire, en donnant un surcroît d'activité au travail législatif, trop lent et trop faible au gré de la généralité des électeurs. »

M. Le Goaziou termine en faisant appel à la compétence des membres de la Société pour corriger les imperfections qui pourraient exister dans son système, afin d'assurer ainsi l'adoption d'un progrès dont l'utilité apparaît évidente aussi bien aux électeurs qu'à leurs mandataires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Président remercie *M. Le Goaziou* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Obturateur photographique. — M. Gillon fait une communication sur son obturateur à ouverture variable. Malgré le nombre considérable de systèmes d'obturateurs photographiques en usage, il a semblé à M. Gillon qu'il y avait place pour un appareil répondant plus complètement aux besoins de la science photographique.

Il a donc étudié avec le plus grand soin un mécanisme rationnel au point de vue mécanique, évitant tout frottement de métal sur métal, de même nature et portant sur des pièces robustes tous les chocs que l'instrument devait subir; laissant aux volets toute leur liberté afin de les avoir les plus minces et par conséquent les plus légers possible.

Cet obturateur est de dimension très restreinte; son diamètre est de 68 millimètres, il est de forme circulaire et permet un centrage optique parfait, au moyen de deux pas de vis tournés l'un par l'autre. Il peut servir pour tous les diamètres de lentilles, un seul instrument suffit donc à l'opérateur qui peut monter ses objectifs au moyen d'un jeu de bagues approprié de la même façon qu'une trousse. Il donne une vitesse suffisante qui, pour des cas particuliers, peut être doublée par l'emploi d'un ressort auxiliaire placé à l'extérieur. Un frein agissant sur un très grand diamètre, ce qui lui donne une grande régularité, permet de réduire la vitesse, de sorte que l'on obtient tous les temps de poses instantanées. Un simple déplacement de manette permet la mise au point et la pose à volonté qui s'obtient par double déclenchement pneumatique avec une sûreté absolue.

Les volets ne s'ouvrent que de la quantité voulue, exactement à la place des diaphragmes; ceux-ci sont par conséquent supprimés. La manœuvre se fait comme pour les diaphragmes tournants, mais le disque est gradué de façon à choisir l'ouverture sans avoir besoin de regarder dans l'objectif.

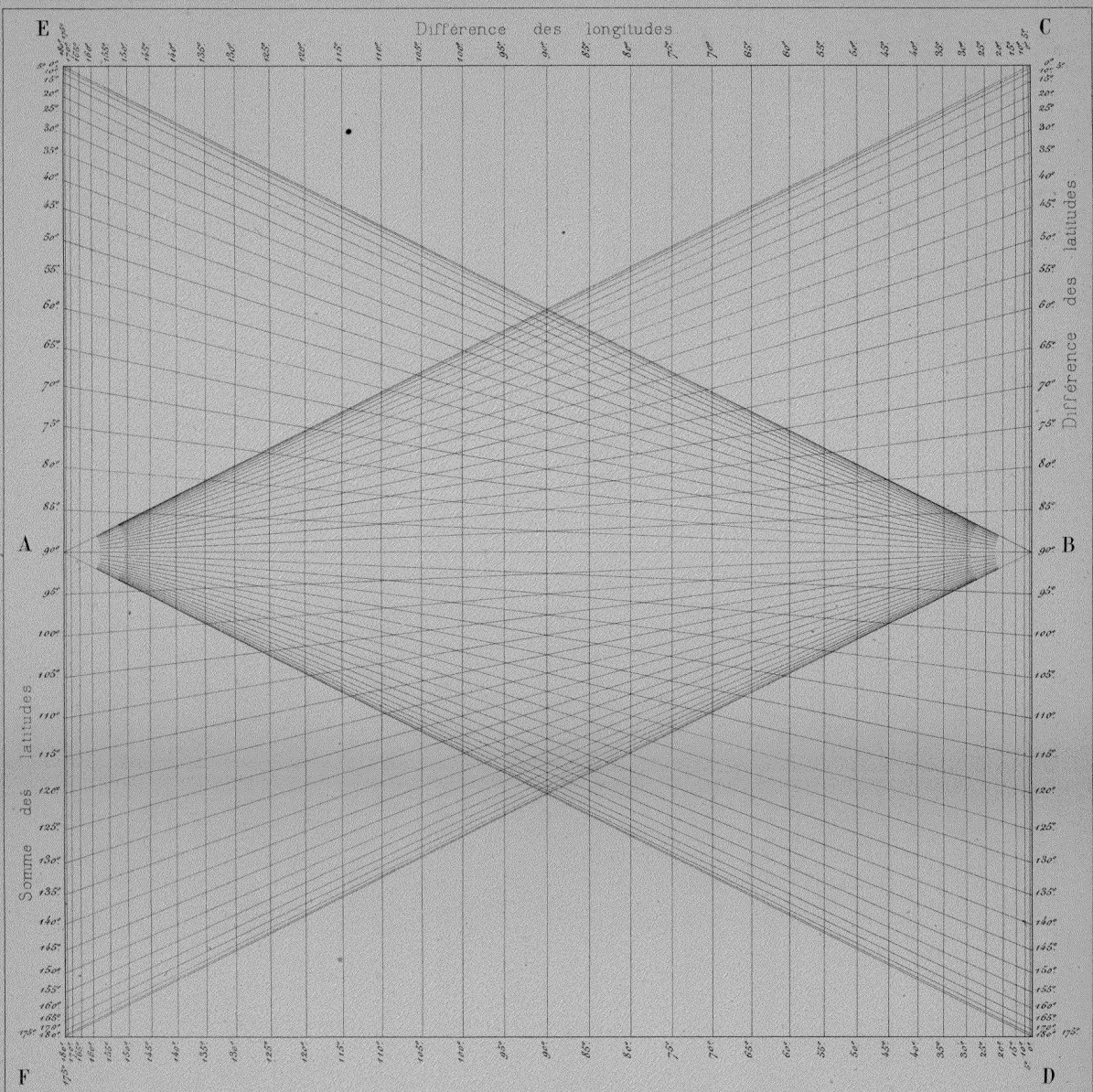
M. Gillon insiste surtout sur la parfaite construction de cet instrument qui ne peut manquer la fonction qui lui est demandée, et, malgré un usage indéfini, travaille toujours avec la même régularité.

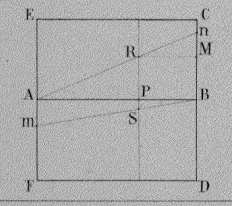
M. le Président remercie *M. Gillon* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des constructions et des beaux-arts.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 27573.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires





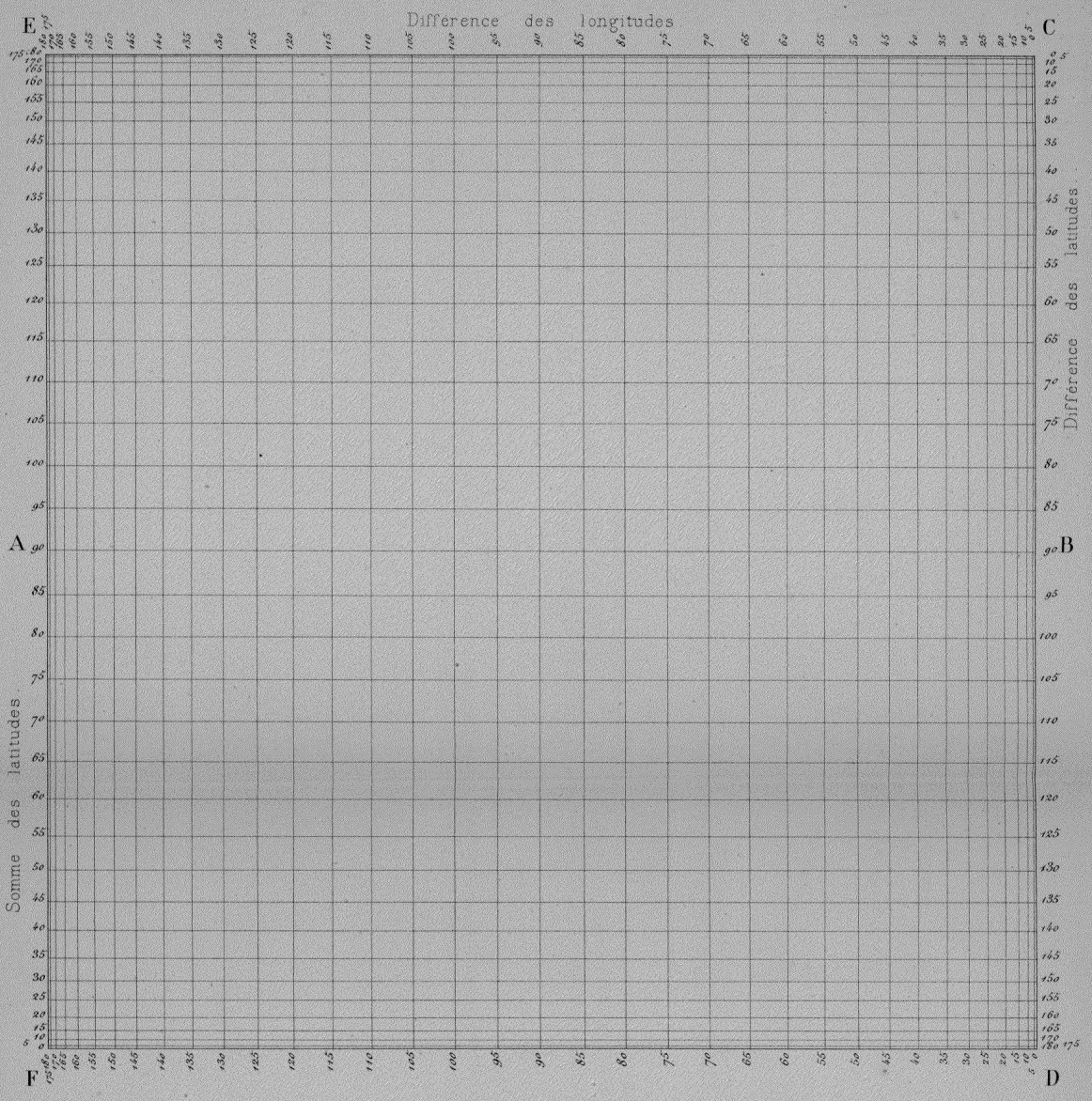
Manière de se servir de ce tableau.

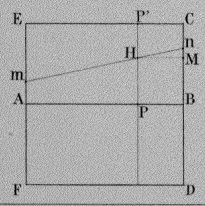
On fera la somme $\lambda+\lambda'$, et la différence, $\lambda-\lambda'$, des latitudes des deux points donnés. On prendra la somme sur l'échelle verticale **EF**, la différence sur l'échelle verticale **CD**; on obtiendra deux points **m** et **n**, qu'on joindra aux points **B** et **A**. On prendra ensuite en **P**, sur l'échelle horizontale **BA**, la différence **L** des longitudes des deux points donnés. La verticale menée par le point **P** coupe en **R** et **S** les droites **An**, **Bm**. Le segment **SR**, transporté parallèlement à lui-même en **BM**, détermine sur l'échelle **CD** un point **M** qui fait connaître la distance cherchée, évaluée en degrés.

Imp. Monrocq *Autog. (Zinc.) E. Gillet, 3e rue Guy-Lussac Paris*

TABLEAU GRAPHIQUE DONNANT A VUE LE COSINUS DE LA DISTANCE SPHÉRIQUE DE DEUX POINTS, PAR M. ED. COLLIGNON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires





Manière de se servir de ce tableau.

On fera la somme, $\lambda+\lambda'$, et la différence $\lambda-\lambda'$, des latitudes des deux points donnés. On prendra la somme sur l'échelle verticale **FE**, la différence sur l'échelle verticale **DC**, *(les graduations de ces échelles étant en sens contraire l'une de l'autre)*. On tendra un fil en ligne droite de **m** à **n**; la droite **mn** coupe la verticale **PP'**, correspondant à la longitude **L** en un point **H** que la ligne horizontale **HM** reporte en **M** sur l'échelle **CD**. Le point **M** fait connaître la distance cherchée évaluée en degrés.

Imp. Monrocq. *Autog. (Lino.) E. Gillet, 3e rue Guy-Lussac. Paris.*

TABLEAU GRAPHIQUE POUR TROUVER LA DISTANCE SPHÉRIQUE DE DEUX POINTS,
PAR M. ED. COLLIGNON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 4

Projet présenté par Mr EIFFEL
à l'Exposition des Arts décoratifs de 1885.
Projet de Mrs Nouguier Koechlin & Sauvestre.

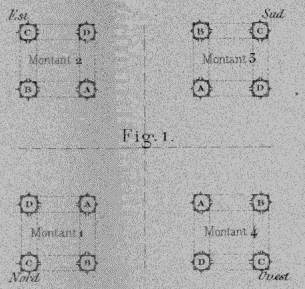


Fig. 1.

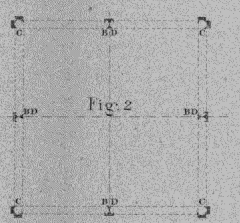
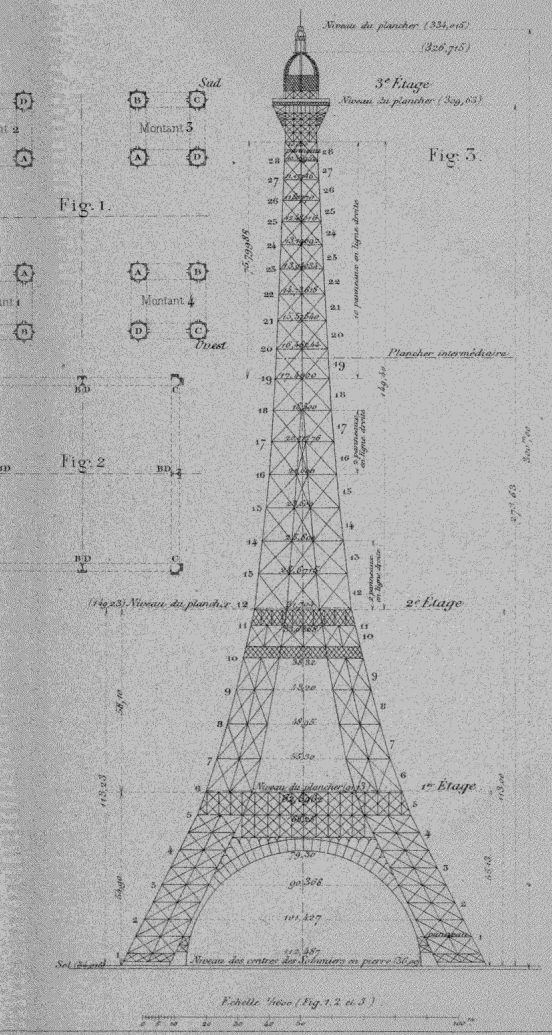


Fig. 2

Fig. 3.



Imp. Monrocq. Aubry (Linc.) E. Gillet, 30 rue Guy-Lussac Paris.

PROJET PRIMITIF DE LA TOUR DE 300 MÈTRES ET DIAGRAMMES DE LA TOUR ÉXÉCUTÉE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

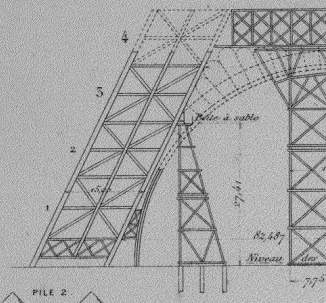


Fig. 2.

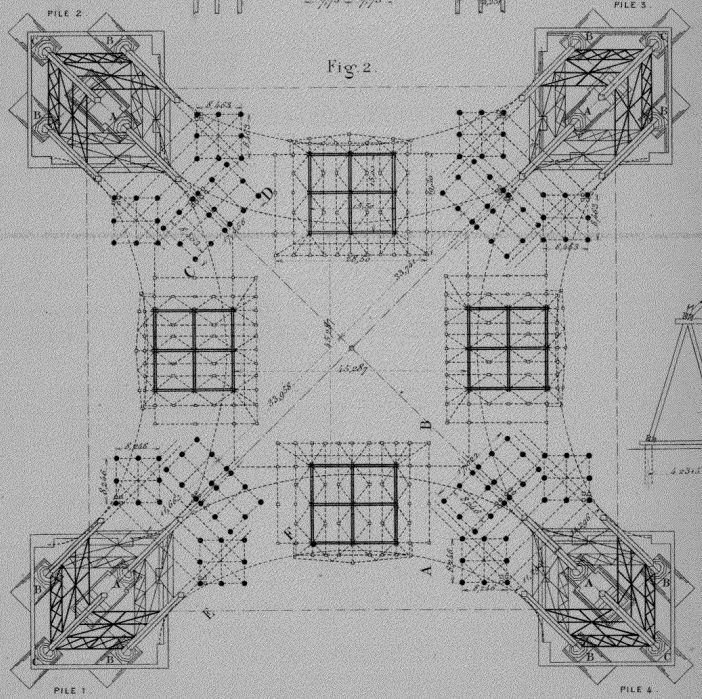


Fig. 3.

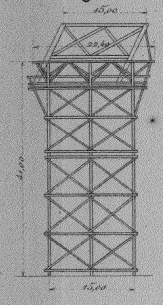


Fig. 4.

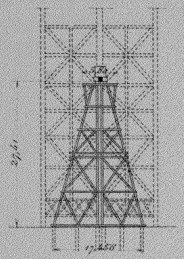


Fig. 5.

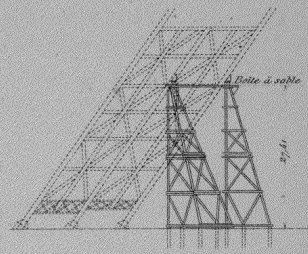


Fig. 6.

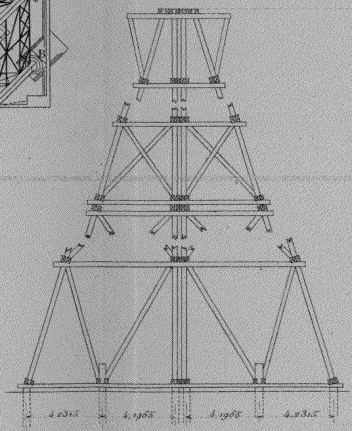


Fig. 7.

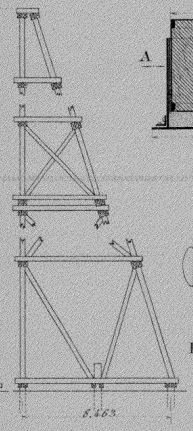


Fig. 11. Coupe suivt CD.

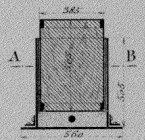


Fig. 12. Coupe suivt AB.

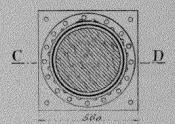


Fig. 9. Coupe suivt GH.

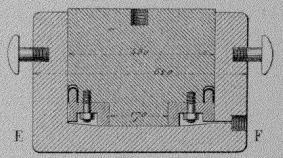


Fig. 10. Coupe suivt EF.

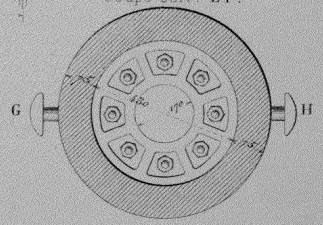
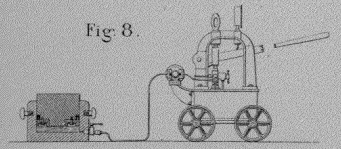


Fig. 8.



Echelle 1/1000 (Fig. 1, 2, 3, 4 et 5).

Echelle 1/300 (Fig. 6 et 7).

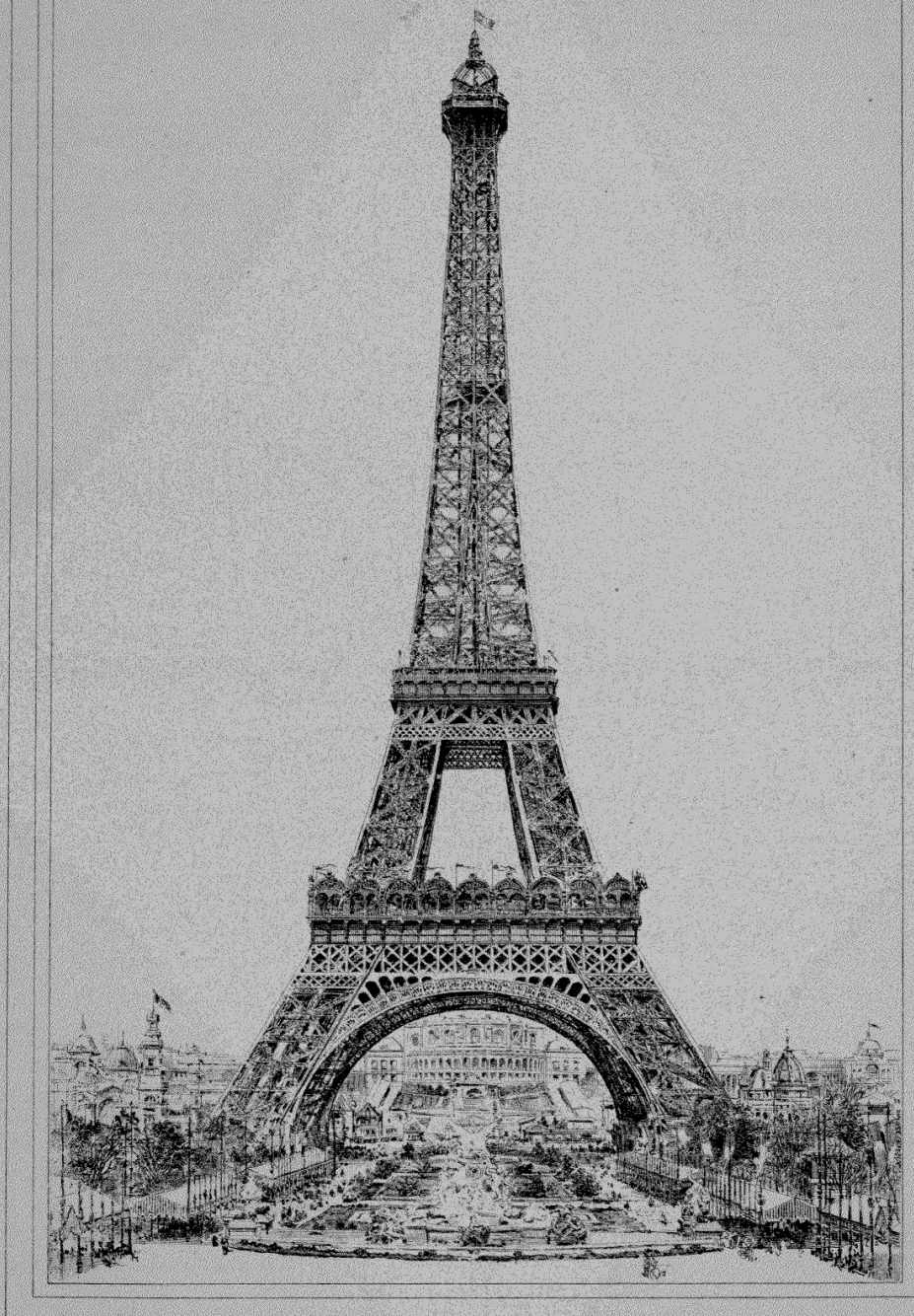
Echelle 1/15 (Fig. 9 et 10).

Echelle 1/30 (Fig. 11 et 12).

Imp. Monrocq. Autog. (Vinc.) E. Gillot, 3e rue Guy Lussac. Paris.

ÉCHAFAUDAGES DE LA TOUR DE 300 MÈTRES.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Monrocq Autog. (Lino) E. Gillet, 30 Rue Guy-Lussac. Paris.

LA TOUR DE 300 MÈTRES AU CHAMP DE MARS

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

SÉANCE GÉNÉRALE DU 22 MAI 1891

PRÉSIDENCE DE M. TROOST

MEMBRE DE L'INSTITUT, VICE-PRÉSIDENT

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale a procédé, le 22 mai 1891, en séance générale, à la distribution des récompenses instituées par elle (prix et médailles).

Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Troost, membre de l'Institut, vice-président de la Société. A ses côtés siégeaient : M. le général Sebert, vice-président, et M. Lavollée, vice-président honoraire; MM. Colligneon et Aimé Girard, secrétaires.

M. le Président ouvre la séance par un discours où il énumère les faits principaux qui se sont passés depuis la dernière séance générale consacrée à la distribution des récompenses.

Les récompenses sont ensuite distribuées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES

DISCOURS DE M. TROOST, MEMBRE DE L'INSTITUT, VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ.

MESSIEURS,

En ouvrant cette séance, je veux exprimer le regret que nous éprouvons de l'absence de notre cher président, M. Haton de la Goupillière. Une indisposition, heureusement sans gravité, le tient momentanément éloigné de nous. Je crois être l'interprète de la Société en lui envoyant nos souhaits de prompt rétablissement, avec notre espoir de le voir bientôt reprendre la place où il fait preuve de tant d'expérience et de dévouement.

Avant de donner la parole aux rapporteurs qui vont nous faire connaître les récompenses si bien méritées par des chefs d'industrie, par des inventeurs, par des contremaîtres et par des ouvriers, je dois adresser un dernier hommage à la mémoire de nos collaborateurs, membres du Conseil ou membres de la Société, qui avaient consacré le meilleur de leur vie à l'avancement de la science ou de l'industrie.

Il y a huit jours à peine, nous avons conduit à sa dernière demeure notre très regretté président honoraire, M. Edmond Becquerel, membre de l'Institut, professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle et professeur au Conservatoire des arts et métiers. Depuis 1846, c'est-à-dire depuis quarante-cinq ans, il était membre de notre Comité des arts économiques. Nommé censeur en 1870, vice-président en 1876, il avait, en 1885, recueilli comme président le lourd héritage laissé par son illustre prédécesseur, J.-B. Dumas.

Edmond Becquerel a donné l'exemple le plus complet d'une vie consacrée tout entière à la science, à son développement, à ses progrès. Ses remarquables travaux sur le spectre solaire, sur la photographie des couleurs, sur la chaleur, sur l'électricité et le magnétisme ont été rappelés sur sa tombe avec l'autorité qui s'attache au nom de notre confrère M. Fizeau.

Vous vous rappelez l'aimable et sympathique figure du colonel Goulier. Capitaine du génie à vingt-cinq ans, il s'était bientôt acquis une notoriété européenne par son enseignement de la topographie qu'il professa pendant trente-cinq ans à l'École d'application de l'artillerie et du génie, tant à Metz qu'à Fontainebleau. Depuis 1877, le colonel Goulier était l'un des membres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les plus actifs et les plus appréciés du Comité des arts mécaniques, pour l'étendue et la variété de ses connaissances comme pour la sûreté de ses jugements.

Dans les membres honoraires du Conseil, nous avons à déplorer la perte de M. Cahours, membre de l'Institut, ancien professeur de chimie à l'École centrale et à l'École polytechnique. C'est dans le laboratoire de Dumas que M. Cahours fit sur l'huile de pomme de terre, sur plusieurs huiles essentielles, sur les densités de vapeur, etc., la très importante série de recherches qui auraient suffi pour donner l'immortalité à son nom, s'il ne se l'était assurée encore par la magnifique fondation qu'il a faite à l'Académie des sciences.

Après avoir, pendant toute sa vie, fait généreusement profiter ses élèves de ses idées et de son expérience, il a voulu être utile après sa mort aux jeunes travailleurs qui, faute de ressources suffisantes, se trouvent quelquefois obligés d'abandonner des études scientifiques pour lesquelles ils avaient une véritable vocation. Dans ce but, il a légué à l'Académie des sciences une somme de 100 000 francs dont les intérêts seront distribués chaque année à des jeunes gens sans fortune qui se seront fait connaître par quelques travaux intéressants, et plus particulièrement par des travaux de chimie. Ce legs a, suivant la remarque de notre confrère M. Janssen, une portée considérable, non seulement par son importance, mais surtout par la voie qu'il ouvre et l'exemple qu'il donne à tous ceux qui désormais voudront encourager par leur libéralité la science ou l'industrie.

Parmi nos correspondants, nous avons eu le regret de perdre M. Heimendahl, conseiller intime supérieur du commerce. Il était, depuis plus de vingt ans, président de la chambre de commerce de Crefeld.

M. Redon, l'habile chef d'une des plus importantes fabriques de porcelaine à Limoges, avait contribué dans une large part à introduire dans les ateliers le traitement mécanique des pâtes céramiques.

M. Charles Grad, économiste distingué, député de l'Alsace au Reichstag, n'a été notre correspondant que quelques jours à peine; mais nous devons l'honorer comme l'un des champions les plus fidèles de l'Alsace. En dehors du Conseil d'administration et de ses correspondants, la Société a perdu des membres éminents.

M. Laurens, ancien président de la Société des ingénieurs civils, appartenait à l'une des premières promotions de l'École centrale. L'association des deux ingénieurs Thomas et Laurens a eu son heure de célébrité dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'industrie métallurgique, par l'utilisation des gaz combustibles des hauts fourneaux, par l'emploi de l'air chaud et par les perfectionnements apportés dans l'outillage général des forges, dans la construction des chaudières et des machines à vapeur.

M. Zédé, ancien directeur des constructions navales, vice-président du conseil d'administration de la Société des Forges et chantiers de la Méditerranée, était un ingénieur des plus distingués. Collaborateur de Dupuy de Lôme au ministère de la marine, il l'accompagna aux Forges et chantiers lorsqu'il dut quitter le service de l'État à la suite d'une explosion où il fut grièvement blessé en faisant au laboratoire de Henri Sainte-Claire Deville des expériences sur les torpilles.

On lui doit de très importants travaux, mais son œuvre capitale, celle qui fera vivre son nom, est la construction du bateau sous-marin le *Gymnote*.

C'est en effet à M. Zédé que l'on doit les plans de ce *Gymnote* qui réunit pour la première fois les conditions de la navigation sous-marine, conditions qu'on n'avait pas encore su réaliser avant lui. Et ces plans, fruit de toute une vie de travail, M. Zédé les a, avec le désintéressement le plus complet, abandonnés à son pays, refusant toutes les offres venant de l'étranger.

Aussi, pour honorer la mémoire du savant ingénieur, pour perpétuer le souvenir de sa noble conduite, M. le ministre de la marine, en apprenant sa mort, a décidé que le nom de *Gustave-Zédé* serait donné au nouveau bateau sous-marin que l'on construit en ce moment.

D'autres membres de la Société ont encore disparu qui avaient par leurs travaux contribué aux progrès dont l'humanité recueille chaque jour les bienfaits. Mais ces progrès ne se ralentiront pas; nous en avons pour preuve les nombreuses communications faites à la Société, et en particulier celles qui ont valu à leurs auteurs les récompenses si bien méritées que nous allons décerner.

Ces communications pourront à l'avenir être plus animées, plus vivantes que par le passé, grâce aux installations nouvelles réalisées cette année.

Indépendamment de l'éclairage électrique dont vous pouvez juger l'effet, la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale a établi une force motrice toujours prête à mettre en mouvement les appareils que les inventeurs, manufacturiers, ingénieurs ou ouvriers désireraient faire fonctionner devant le Conseil.

En terminant, je dois vous signaler une nouvelle libéralité faite à notre Société. La classe 75 (classe de la viticulture) de l'Exposition universelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 1889 nous a fait don d'une somme de 5500 francs provenant de reliquats abandonnés par un certain nombre d'exposants pour fonder un prix à décerner, tous les dix ans, à celui qui aura le plus efficacement contribué, par ses travaux ou par son exemple, au développement ou au progrès de la viticulture en France.

L'initiative de cette libéralité est due à notre collègue M. Gustave Roy, membre du Comité du commerce; permettez-moi de lui adresser en votre nom tous nos remerciements.

GRANDE MÉDAILLE DES ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. L. TROOST, *au nom du Comité des arts chimiques, sur les* TITRES DE M. ERNEST SOLVAY A LA GRANDE MÉDAILLE A L'EFFIGIE DE LAVOISIER.

La Société d'Encouragement doit décerner cette année la grande médaille de Lavoisier à l'auteur des travaux qui ont eu pendant ces six dernières années la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française. Votre Comité des arts chimiques a été unanime pour vous proposer d'accorder cette haute récompense à M. Ernest Solvay, l'inventeur des appareils qui ont permis au procédé de la soude à l'ammoniaque de prendre définitivement sa place dans l'industrie soudière.

L'importance économique de ces appareils est aujourd'hui si bien reconnue, qu'ils se répandent actuellement dans le monde entier avec une rapidité dont on ne trouve guère d'autre exemple que celui de la fabrication du chlore par le procédé Weldon, procédé auquel la Société a également décerné la grande médaille de Lavoisier.

Pour bien comprendre l'importance des travaux de M. E. Solvay, il nous faut remonter assez loin en arrière.

La soude est comme le chlore une matière indispensable aux industries chimiques. Au siècle dernier, on ne l'obtenait que par la calcination de certaines plantes marines que l'on rencontre principalement en Espagne; sa production était limitée et limitait par cela même le développement de l'industrie. Aussi, lorsque, il y a juste cent ans, en 1791, Nicolas Leblanc donna le moyen de tirer du sel marin, c'est-à-dire d'un corps dont la production est illimitée, la soude nécessaire à la grande industrie chimique, ce fut une ère

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle pour les nombreuses fabrications qui l'utilisent. L'un des plus illustres présidents de notre Société, J.-B. Dumas, a pu dire que la découverte de la soude artificielle était un des plus grands bienfaits dont les arts chimiques aient été dotés.

Mais l'importance même de cette découverte devait susciter de nombreuses recherches pour trouver un procédé capable de rivaliser avec le procédé Leblanc : c'est ce qui n'a pas manqué de se produire.

Dans le procédé Leblanc, la soude n'est pas obtenue directement du sel marin; ce sel doit être au préalable transformé par l'acide sulfurique en sulfate de soude, et c'est ce dernier qui, calciné avec de la craie et du charbon, donne le carbonate de soude. Les inventeurs cherchèrent naturellement un moyen plus direct, et Fresnel, le créateur de l'optique moderne, se préoccupant de la fabrication de la soude, avait déjà, en 1811, indiqué la réaction du bicarbonate d'ammoniaque sur le chlorure de sodium : c'était la base du procédé actuel de préparation de la soude à l'ammoniaque.

En effet, cette réaction, réalisée dans des conditions convenables, donne du bicarbonate de soude et du chlorhydrate d'ammoniaque. Le bicarbonate calciné donne le carbonate neutre de soude (soude du commerce) et de l'acide carbonique, tandis que le chlorhydrate d'ammoniaque chauffé avec de la chaux redonne l'ammoniaque, que l'acide carbonique transformera de nouveau en bicarbonate, prêt à réagir sur de nouvelles quantités de sel marin. L'ammoniaque fait ainsi, en quelque sorte, la navette entre l'acide carbonique et l'acide chlorhydrique; elle sert indéfiniment.

La théorie du nouveau procédé est donc connue depuis longtemps, mais il y a loin de la théorie à la pratique industrielle. Le premier brevet pour son application remonte à 1838; il a été pris en Angleterre par Harrisson Gray, Dear et John Hamming. Il provoqua plusieurs tentatives qui échouèrent complètement. La première réalisation en grand est due à notre collègue, M. Schlœsing, aidé de son confrère E. Rolland. Ces deux savants ingénieurs sont les véritables initiateurs de la fabrication industrielle de la soude à l'ammoniaque, qu'ils obtenaient par la réaction de l'acide carbonique gazeux sur une solution d'ammoniaque dans l'eau salée : c'est la méthode que devait également employer après eux M. E. Solvay.

Unissant leurs connaissances en chimie et en mécanique, MM. Schlœsing et Rolland établirent à Puteaux, en 1855, une usine où ils produisirent bientôt plusieurs centaines de tonnes de soude à l'ammoniaque. La solution pratique paraissait définitivement trouvée. En 1858, leur Société allait créer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un grand établissement sur une source salée, lorsqu'elle fut subitement arrêtée par une question de législation interprétée à son désavantage.

MM. Schlœsing et Rolland durent renoncer à profiter de leurs inventions, du fruit de leurs longues et patientes recherches. Ils firent plus ; ils publièrent généreusement, en 1868, les résultats de leurs travaux et tous les détails de leurs appareils de fabrication.

C'est à M. Ernest Solvay, le jeune directeur de l'usine à gaz de Saint-Jost (à Bruxelles), qu'était réservé l'honneur de faire entrer définitivement dans la pratique courante le procédé de la soude à l'ammoniaque. Il prit son premier brevet en 1861. Aidé de son frère, M. Alfred Solvay, il installa, en 1863, à Couillet, près Charleroy, une première usine. Les essais furent très laborieux, et causèrent bien des déboires : aussi, lorsqu'en 1867, la Société Solvay et C^ie^ apporta ses produits à l'exposition universelle, elle n'y obtint qu'une médaille de bronze : les résultats constatés ne paraissaient pas de nature à assurer l'avenir de la nouvelle industrie.

Mais MM. Solvay ne se découragèrent pas, ils continuèrent à perfectionner leurs appareils de fabrication, et à la fin de 1872, toutes les difficultés étaient surmontées.

L'exposition de Vienne, en 1873, vint en effet démontrer que MM. Solvay avaient définitivement fondé une industrie capable, non seulement de lutter avec le procédé Leblanc, mais encore de produire la soude à un prix notablement inférieur.

Ce fut un véritable événement : un diplôme d'honneur leur fut accordé, et le vote du jury de l'exposition de Vienne a été ratifié aux expositions universelles de 1878 et de 1889.

Dès 1872, MM. Solvay avaient établi en France, à Varangéville-Dombasle, près de Nancy, une seconde usine où furent installés leurs appareils perfectionnés dont les plus importants, ceux qui ont assuré le succès définitif, sont les grandes colonnes où s'achève l'absorption de l'acide carbonique, et où se réalise la réaction finale, celle du bicarbonate d'ammoniaque sur la solution salée. Ce sont d'énormes cylindres verticaux de 20 mètres environ de hauteur, sur 1^m^,40 de diamètre. Ils sont formés de tronçons superposés et séparés par des diaphragmes, en forme de calottes sphériques percées de petits trous qui divisent le gaz acide carbonique arrivant sous pression à la partie inférieure de la colonne, et multiplient son contact avec la saumure ammoniacale descendante.

A la base de ces grandes colonnes constamment refroidies par un cou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rant d'eau extérieur, on soutire un liquide trouble, tenant en suspension le bicarbonate de soude, qui, filtré, lavé et séché, est ensuite calciné pour donner le carbonate neutre.

Le travail manuel, très pénible dans le procédé Leblanc, est ici supprimé; la plupart des opérations se réduisent à la manœuvre de soupapes et de robinets. Tout se fait mécaniquement : la saumure, puisée à d'assez lointains sondages, entre dans des appareils clos qui, à la sortie, la restituent à l'état de bicarbonate de soude. On y suit d'ailleurs la marche des réactions par de fréquentes prises de liquide, dont des enfants font l'essai alcalimétrique.

On n'a donc plus besoin d'acide sulfurique, partant plus de fours à pyrite, plus de chambres de plomb, plus de fours à sulfate de soude, et la quantité de houille employée est à peine la moitié de celle qu'exige le procédé Leblanc.

Enfin la soude obtenue est plus pure : elle contient de 98 à 98,5 p. 100 de carbonate neutre.

L'usine de Dombasle, qui ne produisait à l'origine que 3000 tonnes de soude, a peu à peu augmenté sa production jusqu'à 20000 tonnes avec une seule batterie de 4 colonnes, constituant ce que M. Solvay appelle une unité de fabrication. Aujourd'hui, l'usine possède 7 batteries de 4 colonnes chacune, et la production atteint 100000 tonnes.

La Société Solvay et C^ie^ exploite directement les établissements de Couillet et de Dombasle; elle est de plus associée avec les diverses sociétés qui emploient ses appareils, et qui se sont développés, surtout pendant ces six dernières années, en Angleterre, en Allemagne, en Autriche, en Russie et en Amérique. Il résulte de cette association une émulation entre les directeurs des diverses usines, de sorte que tout perfectionnement, introduit dans l'une d'elles, est immédiatement vérifié et adopté dans les autres.

La production totale de la soude qui était d'environ 300000 tonnes en 1863 dépasse aujourd'hui le chiffre de 900000 tonnes; et les établissements fonctionnant avec les appareils Solvay entrent pour la moitié dans cette quantité totale de soude fabriquée dans le monde entier.

Si le procédé Leblanc a pu continuer à vivre à côté du procédé à l'ammoniaque, c'est grâce surtout à ce qu'il donne comme produit secondaire l'acide chlorhydrique, et par suite le chlore et les chlorures décolorants auxquels il a pu faire supporter une partie des frais de la préparation de la soude. Il a d'ailleurs profité de l'abaissement du prix des pyrites, du nitrate de soude et du charbon; et, pour soutenir la concurrence, il a dû successi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vement perfectionner ses appareils de fabrication, diminuer ses prix de revient, retirer le soufre de ses charrées, etc.

J'ai laissé de côté les problèmes de toute nature que M. E. Solvay a eu à résoudre dans l'installation de ses appareils, mais il est une difficulté sérieuse qui menaça quelque temps l'existence même du procédé. Cette difficulté résidait dans les pertes d'ammoniaque, pertes qui, nulles en théorie, étaient cependant importantes dans la pratique; elles entraient dans les frais de fabrication pour une part sensible qui pouvait devenir de plus en plus considérable avec le développement du procédé, en raréfiant sur le marché une matière dont la production était alors limitée. Cette très sérieuse difficulté a été pour M. E. Solvay l'occasion d'un nouveau succès; après avoir diminué peu à peu l'importance de ces pertes et les avoir réduites au minimum (1 p. 100), il a inventé un appareil qui permet de concentrer économiquement les eaux ammoniacales à bas titre, jusque-là négligées dans les petites usines à gaz, et il a montré à recueillir l'ammoniaque des fours à coke. Ces appareils sont aujourd'hui très répandus, si bien que, malgré la notable quantité d'ammoniaque employée pour la fabrication d'une énorme quantité de soude, le prix du sulfate d'ammoniaque, nécessaire à l'agriculture, au lieu d'augmenter, comme on pouvait le craindre au premier abord, a pu sensiblement diminuer.

Il est un dernier problème que M. Ernest Solvay ne désespère pas de résoudre complètement; il compte arriver à extraire économiquement, du chlorure de calcium contenu dans les eaux résiduaires, l'acide chlorhydrique qu'elles renferment, et par suite le chlore et ses dérivés, comme dans le procédé Leblanc. Il a déjà fait d'heureuses tentatives dans cette direction, et a pu en montrer les incontestables résultats à l'exposition universelle de 1889.

En résumé : Grâce aux travaux de M. E. Solvay, le prix de la tonne de soude qui, en 1863, époque de l'établissement de sa première usine, était de 300 francs, s'est abaissé à 280 francs en 1873, à 230 francs en 1878, à 170 francs en 1883, et enfin à 120 francs dans ces six dernières années. L'importation de la soude étrangère en France, qui était de plus de 9 000 tonnes en 1872, est descendue à 800 tonnes en 1889, et l'exportation qui n'était que de 7 000 tonnes s'est élevée à 32 000 tonnes dans le même espace de temps.

Grâce à l'abaissement du prix de la soude, les industries chimiques ont pu en employer des quantités de plus en plus considérables, et faire profiter toutes les branches d'autres industries d'une diminution de prix correspondante. C'est ainsi que la soude à l'ammoniaque s'est substituée avantageu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sement au sulfate de soude, dans de grandes verreries qui obtiennent des produits de meilleure qualité et d'un prix moins élevé. Elle est employée dans plusieurs fabriques de savon, de pâte à papier, de bleu d'outremer. La soude à l'ammoniaque est particulièrement recherchée par toutes les industries qui ont absolument besoin de produits purs, exempts de causticité, comme la teinture, le dégraissage, le blanchiment, le lavage des laines, le foulage des draps, etc.

Ces résultats démontrent éloquemment l'importance du grand progrès industriel réalisé dans ces dernières années par les travaux de M. E. Solvay, progrès attesté du reste par le témoignage unanime des représentants de la grande industrie chimique en France.

Ils justifient la proposition, que le Comité des arts chimiques a faite à la Société, de décerner à M. Ernest Solvay la grande médaille de Lavoisier pour 1891.

Signé : L. Troost, *rapporteur.*

PRIX FOURCADE

Rapport *fait par* M. Aimé Girard, *au nom du Comité des arts chimiques, sur le* prix Fourcade fondé par les exposants de la classe 47 a l'Exposition universelle de 1878, pour les ouvriers des fabriques de produits chimiques.

Prix de 800 francs.

Le Comité des arts chimiques a l'honneur de proposer à la Société de décerner, cette année, le prix fondé, à la suite de l'Exposition de 1878 et sur l'initiative de M. Fourcade, par la classe 47, à M. Antoine Verbecq, serrurier-mécanicien à l'usine de la Madeleine située à Lille (département du Nord), faisant partie des anciens établissements Kulhmann et appartenant à la Société des manufactures de produits chimiques du Nord.

En proposant M. Verbecq à votre choix, le Comité ne peut s'empêcher d'exprimer les regrets qu'il éprouve de se voir obligé d'ajourner les candidats qui, à sa suite, tous dignes du plus grand intérêt, se présentent, au nombre de cinq, avec des états de service variant de 50 à 49 ans.

Mais, par droit d'ancienneté d'abord, par droit de mérite ensuite, le nom de M. Verbecq vous devait nécessairement être désigné le premier.

Depuis cinquante-cinq ans, en effet, M. Verbecq n'a pas quitté l'usine de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Madeleine où, âgé de quinze ans, il entrait en 1834; pendant cette longue période, il a rendu les plus grands services pour le montage des appareils si variés qu'emploie la grande industrie chimique : chambres de plomb, fours tournants, monte-jus, pulsomètre, etc. Dans l'exécution de ces travaux, M. Verbecq s'est de tout temps fait remarquer par un soin consciencieux et une habileté professionnelle qui lui ont valu la considération de tous.

L'attribution à cet excellent collaborateur de l'industrie des produits chimiques du prix fondé par la classe 47 sera pour lui le couronnement d'une carrière honorée et que l'on peut donner comme exemple à tous ses camarades.

Signé : Aimé Girard, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. Hirsch, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* titres de M. Beau de Rochas, *à un* prix spécial des arts mécaniques.

Prix de 3000 francs.

Messieurs,

A la suite d'invitations bienveillantes qui lui ont été adressées par quelques-unes de nos sommités scientifiques, M. Beau de Rochas s'est décidé à solliciter l'une des récompenses que décerne la Société d'Encouragement. Cette demande a été transmise au Comité des arts mécaniques, au nom duquel j'ai l'honneur de vous présenter ce rapport.

M. Beau de Rochas est l'inventeur de ce mode particulier de fonctionnement des machines à gaz, que l'on désigne communément sous le nom de *cycle à quatre temps.*

On sait que, dans les machines à gaz actuellement usitées dans l'industrie, la puissance motrice est produite par l'explosion d'un mélange tonnant de gaz combustible et d'air atmosphérique. Cette combustion rapide détermine une forte élévation de la température; les gaz chauds, en poussant le piston, engendrent le travail. L'explosion porte les gaz à une température de 1 200 à 1 400 degrés, en produisant une élévation correspondante de pression; puis les gaz brûlés se détendent et finalement s'échappent dans l'atmosphère. C'est principalement pendant la détente que se produit la puissance motrice. L'acte de la détente est accompagné d'un refroidisse-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment : le facteur important est précisément la transformation en travail mécanique de l'énergie existant dans les gaz sous forme de chaleur. Plus la détente est prolongée, plus les gaz se refroidissent, et plus est complète en conséquence l'utilisation dynamique de la chaleur dégagée par la combustion.

Dans les premières machines à gaz, le mélange explosif était formé, dans l'intérieur du cylindre, par aspiration, c'est-à-dire à une pression peu différente de la pression atmosphérique; l'explosion déterminait un accroissement de pression de 3 à 4 atmosphères; puis, après la détente, l'échappement se faisait dans l'atmosphère, c'est-à-dire à une pression au moins égale à la pression atmosphérique. Le rapport des pressions au commencement et à la fin de la détente n'étant pas très considérable, la détente était restreinte, le refroidissement incomplet, et les gaz s'échappaient à une température encore élevée, emportant avec eux, sans effet utile, une proportion considérable de la chaleur résultant de la combustion; l'utilisation de la chaleur restait donc fort imparfaite.

Telles qu'elles étaient, néanmoins, ces premières machines à gaz, dues au génie initiateur des Lenoir, des Hugon, et d'autres encore, se développèrent rapidement et rendirent à la petite industrie les plus grands services. Sans doute, le gaz est un combustible très cher : la calorie de gaz d'éclairage coûte, à Paris, quinze ou vingt fois plus que la calorie de houille; néanmoins, en dépit de ce prix excessif, les industries ayant besoin d'une petite force motrice, ne fonctionnant que quelques instants dans la journée, trouvèrent un avantage énorme à disposer d'un moteur qui ne consomme que lorsqu'il travaille, qu'on arrête ou qu'on met en marche à l'instant où l'on en a besoin, et qui, n'ayant pas de chaudière, présente une sécurité qui le dispense des dispositifs coûteux et embarrassants, imposés, avec pleine raison d'ailleurs, par les règlements de police aux machines à vapeur.

Le succès de ces premières machines à gaz eut d'ailleurs un résultat d'une importance inappréciable : il suscita de nouvelles recherches, il permit de faire des expériences, d'étudier et d'élucider les nombreux et difficiles problèmes que soulève le fonctionnement des machines à explosion.

Des différentes questions ainsi posées, la plus importante peut-être était la réduction dans la consommation du gaz. Jusque-là les machines, en marche industrielle, dépensaient par heure 2 à 3 mètres cubes de gaz par cheval de puissance développée. Cette consommation énorme d'un combustible aussi cher écartait d'emblée les applications à la grande industrie; les mo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs employés restèrent longtemps confinés dans les petites puissances de 1 ou 2 chevaux, et leurs usages étaient naturellement assez restreints.

M. Beau de Rochas prit en main l'étude de ce difficile problème; il chercha tout d'abord à se rendre compte des raisons qui élevaient d'une façon si démesurée la consommation des moteurs à explosion; ces raisons, il sut les découvrir et les définir de la manière la plus précise : si dans les machines en question la chaleur dégagée n'a qu'un rendement dynamique insuffisant, c'est que les gaz s'échappent à une température trop élevée, c'est que la détente de ces gaz est incomplète; mais l'échappement se fait à la pression atmosphérique; pour que l'expansion soit étendue, il faut qu'à son début, c'est-à-dire immédiatement après l'explosion, la pression soit élevée; mais la pression après l'explosion est fonction de la pression avant l'explosion et croît avec elle; donc il est nécessaire qu'avant l'allumage le mélange tonnant soit déjà à une pression élevée. Ainsi, en définitive, pour qu'une machine à explosion soit économique comme consommation, il faut que l'allumage du mélange tonnant se fasse, non pas lorsque ce mélange est à la pression atmosphérique, mais après qu'il a été amené, par une compression préalable, à une pression notablement plus élevée.

Cette découverte est, on peut le dire, un trait de génie, aussi bien par elle-même que par les conséquences industrielles qu'elle a amenées et par celles qu'elle permet de prévoir; elle est digne de mériter tout l'intérêt de la Société d'Encouragement. Restait à réaliser pratiquement ces principes théoriques; et l'on sait combien, en pareille matière, il y a loin de la coupe aux lèvres.

La compression préalable peut s'obtenir de deux manières : soit dans un cylindre spécial, soit dans le cylindre moteur lui-même; mais ce second procédé présente une supériorité considérable, en outre de la simplification des organes : il permet d'utiliser la chaleur dégagée par l'opération même de la compression; il y a là un fait qui n'a pas échappé à l'inventeur; il a soin de mettre en garde contre une compression exagérée, qui aurait pour résultat d'élever assez la température du mélange tonnant pour qu'il s'enflamme sans autre allumage.

C'est en s'appuyant sur ces considérations que M. de Rochas est arrivé à décrire le cycle dit *à quatre temps*. Dans un pareil cycle, voici les opérations qui se succèdent sur une des faces du piston pendant une *double* révolution de la machine :

1° Course directe du piston : aspiration du mélange tonnant à la pression atmosphérique;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Course rétrograde : compression du mélange dans le fond du cylindre;

3° Course directe : allumage, explosion, détente; c'est la course motrice;

4° Course rétrograde : échappement des gaz brûlés dans l'atmosphère.

Toutes ces opérations, ainsi que les théories sur lesquelles elles reposent, sont décrites avec la plus parfaite lucidité, dans un brevet pris, par M. Beau de Rochas, le 16 janvier 1862. La priorité de l'inventeur est incontestée; elle a été proclamée par les tribunaux dans des jugements bien connus, à la suite de rapports d'expertise écrits par des savants aussi éminents que consciencieux.

Depuis l'invention du cycle à quatre temps, l'industrie des moteurs à gaz a marché à pas de géant. Les anciennes machines ne se faisaient que pour les très petites puissances; or, on a vu, à l'Exposition de 1889, des moteurs de 25, de 50 et même de 100 chevaux. Auparavant on brûlait 2 à 3 mètres cubes de gaz par heure et par cheval; actuellement la consommation descend couramment à un mètre cube et au-dessous; et vous avez lu récemment, dans les Bulletins de la Société, le compte rendu d'expériences dans lesquelles la consommation s'est trouvée ramenée à 600 litres de gaz par heure et par cheval effectif.

Arrêtons-nous un instant sur ce point important. Un mètre cube par heure et par cheval, avons-nous dit, c'est une consommation courante dans les moteurs fonctionnant suivant le cycle à quatre temps; ce chiffre représente une quantité de chaleur d'environ 5 300 calories.

Or, la consommation des meilleures machines à vapeur, en marche industrielle, ne descend guère au-dessous de un kilogramme de bonne houille par cheval-heure; c'est une puissance calorifique d'environ 8 500 calories.

Ainsi, dès aujourd'hui, au point de vue de l'utilisation mécanique de la chaleur, la machine à vapeur est distancée, et de loin, par la machine à explosion : résultat d'autant plus remarquable que le moteur à quatre temps est d'invention toute récente, tandis que la machine à vapeur a derrière elle un long passé de recherches, d'études et de perfectionnements.

L'œuvre de James Watt et de ses prédécesseurs a consisté à édifier la machine à vapeur fixe dans ses organes essentiels, à la douer d'une marche sûre et régulière. L'œuvre du XIX^e^ siècle, qu'un ingénieur éminent caractérise par le nom de « période de raffinement », se résume en une série de perfectionnements, apportés à la machine primitive : l'économie dans la consom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mation, une extrême souplesse, permettant l'adaptation aux services les plus variés, tels sont les résultats essentiels de cette longue élaboration.

En l'état actuel, la machine à vapeur paraît toucher de bien près à la perfection; les progrès qui lui restent à accomplir semblent limités par les propriétés mêmes du fluide moteur.

Il n'en est pas de même de la machine à gaz; on peut dire qu'elle n'en est jusqu'ici qu'au début de sa carrière; elle est loin encore de posséder la merveilleuse élasticité de sa rivale; de même les limites fixées par la théorie au rendement de cette machine laissent encore une marge considérable à de nouvelles économies; aussi le champ à parcourir reste immense, et ouvre l'espoir à de brillants et rapides progrès.

Quoi qu'il en soit, les machines à gaz se construisent aujourd'hui par milliers; un grand nombre d'usines, et quelques-unes de premier ordre, se sont créées pour les établir, et leur prospérité se développe de jour en jour; ces moteurs rendent à l'industrie les services les plus appréciés, et il semble hors de doute qu'ils prendront rapidement une place de plus en plus importante.

M. Beau de Rochas, par l'invention du cycle à quatre temps, a fait faire à cette industrie nouvelle un pas énorme. Mais, il est douloureux de le constater, cette découverte n'a jusqu'ici rapporté à son auteur ni honneur ni profit. Le brevet, qu'il avait pris en janvier 1862 fut inutilement proposé à plusieurs maisons de construction : l'auteur était en avance sur son temps, il ne fut pas compris; et dès 1863 le brevet était tombé dans le domaine public.

Quelques années après, la machine à quatre temps faisait son apparition sous d'autres noms et procurait largement à ses promoteurs les honneurs et la fortune. C'est le *sic vos non vobis*, la vieille histoire toujours nouvelle et toujours désolante.

Je ne dirai qu'un mot des autres travaux de M. Beau de Rochas. Analyste distingué, il a trouvé d'ingénieuses méthodes pour le calcul de la chaînette, et appliqué ces procédés à divers cas, notamment aux câbles télégraphiques sous-marins et à la traction des bateaux sur les cours d'eau rapides; cette dernière application, proposée en 1862, a fait dans notre *Bulletin* l'objet d'un rapport fort élogieux de notre regretté collègue Phillips; le procédé de traction imaginé par M. de Rochas se rapproche, par plus d'un point, de celui qui a été essayé, il y a quelques années, par l'éminent ingénieur Dupuy de Lôme. M. de Rochas a publié des recherches d'un véritable intérêt sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'hydrologie, sur les chemins de fer et la navigation à vapeur, sur les machines thermiques, etc. Travailleur modeste et infatigable, il n'a tiré aucun profit de ses découvertes, et, sans trahir des secrets qui ne nous appartiennent pas, nous pouvons affirmer que les allocations pécuniaires qui pourraient lui être faites seraient les bien venues.

C'est un spectacle trop fréquent et toujours bien douloureux que de voir souffrir de la gêne, pour ne pas dire davantage, ces hommes dont le labeur a enrichi de nombreuses industries, aidé puissamment à l'œuvre de la civilisation et contribué à la gloire de leur patrie. Cette injustice du sort, la Société d'Encouragement s'est attachée à la réparer autant et aussi souvent qu'il était en son pouvoir; c'est un des buts de son institution, c'est un honneur pour elle de ne laisser passer aucune occasion de s'acquitter de cette noble mission. Au cas actuel, toutes les conditions semblent largement remplies pour appeler l'intervention de la Société en faveur de M. de Rochas.

Votre Comité de mécanique s'est préoccupé des moyens de réaliser cette pensée. Il a examiné la liste des prix proposés par la Société pour l'exercice en cours; il n'en a trouvé aucun qui répondît à la question d'une manière satisfaisante. Mais ce ne saurait être là un obstacle à l'accomplissement de ce que le Comité considère comme un devoir. Le Conseil jouit à cet égard de la plus complète liberté et il est en possession d'une initiative que rien ne limite. A plus d'une reprise, il a, de son propre mouvement, été prendre par la main des inventeurs oubliés et méconnus, des hommes qui s'étaient signalés par des services exceptionnels rendus à l'industrie, et a créé en leur faveur des prix spéciaux, ne figurant nulle part sur les listes ordinaires des récompenses; il nous suffira de citer quelques-uns des nombreux antécédents:

En 1882, sur le rapport de M. Baude, un prix de 2500 francs a été décerné à M. Martin, pour l'invention du frein pneumatique;

En 1890, sur le rapport de M. Mascart, un prix exceptionnel a été décerné à M. Gramme, pour ses travaux sur l'électricité, sous la dénomination de grande médaille d'Ampère.

C'est en s'appuyant sur ces précédents, ainsi que sur les considérations développées ci-dessus, que le Comité des arts mécaniques a l'honneur de vous proposer de décerner à M. Beau de Rochas un prix de 3000 francs, sous la dénomination de : PRIX SPÉCIAL DE MÉCANIQUE POUR L'INVENTION DU CYCLE A QUATRE TEMPS.

Signé : J. HIRSCH, *rapporteur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. LE CHATELIER, *au nom des Arts chimiques, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR LA MEILLEURE ÉTUDE SUR LES PRODUITS HYDRAULIQUES.

Prix de 3000 francs.

M. Candlot a présenté à la Société d'Encouragement, pour l'un des concours ouverts sur la proposition du Comité des arts chimiques, un remarquable mémoire ayant trait à l'action de l'eau de mer sur les ciments. Nos connaissances sur ce sujet étaient restées sensiblement stationnaires depuis les travaux de Vicat qui avait reconnu l'influence prépondérante du sulfate de magnésie, mais n'avait étudié son action que d'une façon assez vague à un point de vue purement qualificatif. M. Candlot, par des expériences nombreuses et d'une précision scientifique que l'on n'est pas habitué à rencontrer dans les recherches de cette nature, a déterminé d'une façon complète le mode d'action des différents sels renfermés dans l'eau de mer.

Il fait voir que le sulfate de chaux, résultant de la décomposition du sulfate de magnésie par les sels calcaires du ciment, se combine à l'aluminate de chaux pour donner un sel double cristallisé renfermant la moitié de son poids d'eau. La cristallisation d'un sel aussi fortement hydraté est nécessairement accompagnée d'un gonflement notable, comme cela a lieu pour le sulfate de soude et tous les hydrates salins; on doit chercher de ce côté l'explication de la désagrégation progressive que les ciments éprouvent lorsqu'ils sont employés aux travaux à la mer.

Dans le même mémoire, M. Candlot continue à étudier l'action du chlorure de magnésium. Il avait montré antérieurement que le chlorure de calcium résultant de la décomposition de ce sel ralentit la prise du ciment lorsqu'il est employé en solution étendue et l'accélère au contraire notablement en solution concentrée. Il établit cette fois que les variations dans la rapidité des prises résultent des variations correspondantes dans la solubilité de l'alumine des aluminates de chaux au contact de solutions plus ou moins concentrées de chlorure de calcium.

Enfin ces recherches ont amené la découverte d'un fait curieux qui semble comporter certaines applications pratiques. La chaux surcuite, dont l'extinction en présence de l'eau pure demande plusieurs jours, s'éteint en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelques minutes au contact d'une solution de chlorure de calcium au titre de 3 p. 100. L'emploi d'une semblable dissolution pour gâcher les mortiers confectionnés avec des ciments de composition douteuse éviterait bien des accidents dans les travaux en assurant l'extinction totale de la chaux libre avant le commencement de la prise. C'est là une observation qui peut être d'une importance capitale pour la fabrication des ciments naturels à prise lente, et principalement des ciments siliceux.

Depuis cinq ans, les publications de M. Candlot, résumant toutes des recherches personnelles et originales, se succèdent rapidement (1); elles font le plus grand honneur à leur auteur. En reprenant les anciennes traditions de Vicat, c'est-à-dire en contrôlant à chaque instant les recherches du laboratoire par les résultats de la pratique industrielle et réciproquement, M. Candlot a fait faire des progrès importants à nos connaissances sur les produits hydrauliques. Ses études sur les procédés d'essai ont contribué à relever la France de l'infériorité où elle se trouvait sur ce point vis-à-vis des pays voisins. Aussi la Société d'Encouragement, qui avait déjà accordé il y a deux ans un prix de 1500 francs à M. Candlot, croit devoir récompenser à nouveau ses travaux et lui décerne la totalité du prix de 3000 francs proposé pour la meilleure étude sur les produits hydrauliques.

Signé : H. Le Chatelier, *rapporteur.*

(1) *Étude pratique sur le ciment de Portland.* (Baudry et Cie, 1886.)

Note sur la prise et le durcissement des mortiers de ciment. (*Annales de la construction,* 1889.)

Note sur l'emploi des matériaux hydrauliques. (*Annales de la construction,* 1888.)

Communications au Congrès international des procédés de construction en 1889 :

1° Emploi des mortiers à l'eau douce et à l'eau de mer;

2° Unification des méthodes et des procédés d'essais du ciment Portland.

Mémoire sur les propriétés des produits hydrauliques. (*Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale,* 1890.)

Communication à la Société des ingénieurs civils sur le Congrès de Berlin pour l'unification des méthodes d'essais des matériaux de construction, 1891 :

Fabrication, propriétés et emploi des ciments et des chaux hydrauliques. (Baudry et Cie, 1891. (Sous presse.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. S. JORDAN, *au nom du Comité des arts chimiques, sur un* PRIX PROPOSÉ POUR UNE PUBLICATION UTILE A L'INDUSTRIE CHIMIQUE OU MÉTALLURGIQUE.

Prix de 2 500 francs.

MESSIEURS,

Un journal technique américain, extrêmement répandu de l'autre côté de l'Atlantique, l'*Engineering and Mining Journal* (Journal de l'art de l'Ingénieur et des Mines) avait commencé en mars 1887 la publication par feuillets d'un important travail sur *la Métallurgie de l'acier* par M. Henry Marion Howe, professeur de métallurgie à l'Institut technologique du Massachusetts, à Boston. Cette publication s'est continuée jusqu'à la fin de 1889, chacune de ses parties étant toujours accompagnée d'une invitation de l'auteur à ses lecteurs de lui faire connaître les inexactitudes ou les erreurs de fait qu'ils pourraient relever dans son travail.

Dès le début de cette publication par fragments, l'ouvrage de M. Howe avait vivement attiré l'attention des spécialistes de tous pays par la critique consciencieuse, l'érudition cosmopolite et les connaissances scientifiques et industrielles dont l'auteur y faisait preuve. Celui-ci était évidemment, non seulement un théoricien connaissant la chimie et la mécanique métallurgique, sachant se servir des ressources du laboratoire et de l'atelier d'essais pour expliquer les faits ou contrôler les assertions, un linguiste connaissant les littératures spéciales des principaux pays métallurgistes européens, et doué d'une érudition et d'une faculté de travail presque bénédictines, mais encore un praticien ayant appris par la fréquentation des usines à observer et à apprécier les détails des fabrications et se tenant au courant des modifications et des perfectionnements introduits dans les forges et aciéries.

L'Exposition internationale de 1889 a fourni le moyen à beaucoup de sidérurgistes de faire la connaissance de M. Howe qui y était membre américain du jury des récompenses et qui, une fois libre de ce côté, a consacré plusieurs mois à visiter les plus importantes usines de l'Europe et à se mettre en relations avec ses confrères européens en métallurgie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rentré dans son pays, M. Howe a publié, cette fois en un grand volume in-4, splendidement édité à New-York avec un luxe de tableaux et de gravures peu ordinaire, son ouvrage sur *la Métallurgie de l'acier*. Le succès de ce livre a été tel que, malgré sa publication antérieure par feuilles, malgré son prix relativement élevé (50 fr.), l'édition tout entière a été enlevée presque aussitôt son apparition et que beaucoup d'intéressés doivent attendre la publication d'une deuxième édition pour profiter des renseignements réunis par M. Howe.

Il n'est pas aisé de donner en quelques lignes une idée sommaire du contenu d'un ouvrage qui compte près de 400 pages in-quarto avec 250 tableaux numériques d'analyses et d'essais et environ 200 dessins en majeure partie inédits comme les tableaux dont beaucoup sont dus aux recherches et aux calculs personnels de l'auteur. Je l'essaierai toutefois.

Malgré son titre de métallurgie de l'acier, sur les dix-huit chapitres que comprend l'ouvrage, quatorze sont consacrés à la chimie métallurgique du fer et à l'étude des phénomènes moléculaires au point de vue physique et au point de vue mécanique. Il est difficile de se faire une idée, sans les avoir parcourus, de la quantité de faits qui sont condensés et résumés avec les appréciations critiques consciencieuses de l'auteur dans ces quatorze chapitres.

On y trouve d'abord exposés et appréciés dans leurs traits principaux tous les travaux modernes sur les différents états du fer et du carbone, sur la constitution de l'acier, sur la trempe, le revenu et le recuit, sur l'influence des diverses teneurs en carbone sur les propriétés mécaniques du métal (avec des diagrammes qui résument un grand nombre d'expériences et qui fournissent à l'auteur le moyen d'établir d'intéressantes formules empiriques). Puis viennent des études détaillées et complètes sur les alliages du fer avec tous les éléments intéressants pour l'industrie : tels que le silicium, le manganèse (y compris les récents travaux de M. Hadfield sur les aciers-manganèse), le soufre, le phosphore, le chrôme, le tungstène, le cuivre, le nickel et les divers métaux qui se rencontrent quelquefois en faible quantité associés au fer (depuis le zinc, l'étain, le plomb, etc., jusqu'aux métaux précieux et aussi à ceux alcalino-terreux). L'auteur traite ensuite la question de l'action des gaz oxygène, azote, hydrogène et oxyde de carbone sur le fer à ses différents états, ce qui le conduit à l'étude des phénomènes généraux de l'absorption et du dégagement des gaz pour en arriver aux précautions à prendre pendant la coulée des aciers fondus contre les soufflures et les *pipes*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin M. Howe, dans deux chapitres intitulés *De la Structure et des questions qui s'y rapportent*, *Du Travail à froid et à chaud et du soudage*, résume l'état actuel des connaissances obtenues au moyen de l'étude microscopique et chimique sur les cassures des fers, les changements d'état cristallin, les phénomènes thermiques pendant le chauffage et le refroidissement, l'effet des chocs, des vibrations, des surchauffages, de l'étirage à la filière, du laminage à froid, du poinçonnage et du cisaillage, du martelage et enfin du soudage.

Ces quatorze premiers chapitres forment en eux-mêmes un traité complet sur la chimie et la physique métallurgiques et sur la mécanique moléculaire du fer, donnant satisfaction, en ce qui concerne ce métal, à un desideratum exprimé par le programme des prix de notre Société.

Le chapitre suivant traite, avec plus de détails qu'aucun travail encore publié, des *divers procédés de traitement direct des minerais de fer* depuis les anciennes forges catalanes et les bloomeries américaines jusqu'aux fours rotatifs de Siemens et aux stuckofens modernes de Husgafvel, ainsi qu'à d'autres procédés encore plus récemment essayés.

Vient ensuite un chapitre consacré à l'*affinage de la fonte au charbon de bois dans des bas foyers*, chapitre où se trouvent expliqués et discutés avec des exemples les procédés encore usités appartenant à cette catégorie, comme ceux dits du Lancashire et de Dannemora en Suède, du pays de Galles en Angleterre, de Franche-Comté en France. Un autre chapitre est consacré aux *procédés au creuset*, qui sont décrits et discutés d'une façon inédite et nouvelle, aussi bien pour ce qui concerne la fabrication de l'acier au creuset proprement dit qu'en ce qui concerne celle des moulages dits *Mitis*.

Après ces trois chapitres où l'auteur s'est occupé de procédés dont l'importance industrielle est bien diminuée maintenant, il consacre un dernier chapitre à l'étude des *appareils divers nécessaires à l'emploi du procédé Bessemer*. On y trouve une abondante réunion de renseignements techniques et graphiques encore inédits dans la littérature métallurgique, accompagnée oujours d'appréciations critiques qui témoignent d'une connaissance approfondie du sujet.

Un appendice est consacré à quelques *produits ou procédés nouveaux*, comme les aciers spéciaux (au manganèse, au chrôme, au nickel, etc.), les couvertes anti-rouille, la trempe au plomb.

M. Howe, comme on le voit, a laissé de côté jusqu'à présent les questions

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

théoriques et chimiques relatives au travail Bessemer acide et basique, et les procédés au four à sole, les réservant probablement à un supplément ou un second volume, pour l'élaboration duquel il a sans doute récolté en Europe de nombreux documents. La publication de ce complément sera certainement attendue avec impatience par tous ceux qui ont pu apprécier la valeur du volume que je viens d'analyser rapidement.

Ce livre est écrit dans un style vif et clair, teinté parfois d'une pointe d'humour; et, si l'on peut trouver que l'auteur pousse quelquefois la franchise jusqu'à être un peu trop tranchant et même cassant dans certaines appréciations de théories ou d'inventions plus ou moins nouvelles, on l'excuse volontiers en constatant sa continuelle et consciencieuse recherche de la vérité, et en se rappelant l'indépendance particulière spéciale au caractère américain.

Le livre de M. Howe a pris dès à présent dans la bibliothèque des usines sidérurgiques une place de premier rang à côté des ouvrages pour ainsi dire classiques des Bell, des Gruner, des Percy, des Karsten. Quoique la langue anglaise, dans laquelle il est écrit, soit assez connue dans nos grandes usines françaises pour qu'elles puissent tirer parti des travaux de M. Howe, votre rapporteur doit exprimer le désir, sans se faire illusion cependant sur les difficultés que rencontre la réalisation de ce vœu, qu'une édition française faite par un traducteur compétent vienne bientôt les mettre à la disposition de tous les lecteurs de notre pays.

Votre Comité des arts chimiques vous propose, Messieurs, de remercier M. H. M. Howe de l'envoi de son très remarquable ouvrage et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

M. Henry M. Howe a présenté son livre à la Société pour prendre part au concours pour le prix de 4 000 francs (publication utile à l'industrie chimique ou métallurgique). Votre Comité des Arts chimiques vous propose, en raison de ce qui précède, de lui allouer un prix de 2 500 francs à prendre sur cette somme de 4 000 francs.

Signé : S. JORDAN, *rapporteur*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. A. CARNOT, *au nom du Comité des arts chimiques, sur un* PRIX PROPOSÉ POUR UNE PUBLICATION UTILE A L'INDUSTRIE CHIMIQUE OU MÉTALLURGIQUE.

Prix de 1000 francs.

Le livre de M. Louis Knab sur *la fabrication et les emplois industriels de l'acier* est un ouvrage didactique, où l'auteur s'est attaché à faire connaître tous les travaux récents relatifs à l'acier. Ce métal a précisément été, depuis quelques années, l'objet de recherches intéressantes au point de vue de sa constitution intime et des causes qui peuvent modifier ses propriétés physiques et mécaniques; les procédés de fabrication se sont en grande partie transformés; les emplois industriels se sont développés dans une proportion étonnante. L'ouvrage de M. Knab nous met au courant de tous ces faits nouveaux.

Il comprend trois grandes divisions, dont l'une se rapporte à la constitution et aux propriétés des aciers, la seconde aux différentes méthodes de production, la troisième aux principaux emplois industriels du métal.

Dans la première partie, l'auteur rappelle les théories qui ont été émises par les divers savants, presque tous Français, qui se sont occupés de la nature de l'acier; il donne une grande place à la récente théorie de MM. Osmond et M. Werth sur la structure cellulaire de l'acier, qu'il expose d'une façon très claire.

Il s'occupe ensuite des efforts que subit l'acier en travaillant par traction, par compression, par cisaillement, par flexion, par torsion, sous des efforts exceptionnels ou au contraire sous des efforts répétés ou continus; il utilise à cet effet les documents importants fournis par différentes usines à l'Exposition universelle de 1878, et les mémoires de MM. Barba, Périssé et Considère.

Il examine l'influence exercée sur les propriétés physiques et mécaniques des aciers :

1° Par les métalloïdes et par les métaux, qui peuvent entrer dans leur composition;

2° Par les opérations fondées sur l'emploi de la chaleur, c'est-à-dire le chauffage, la trempe, le recuit, la soudure;

3° Par les opérations mécaniques de fabrication et de finissage de l'acier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

telles que l'écrouissage, le poinçonnage, le cisaillage, la compression à chaud.

Il termine cette première division en exposant les classifications qui ont été faites des aciers dans différentes usines.

La seconde division est consacrée à l'examen des procédés de fabrication des aciers. L'auteur s'arrête spécialement sur l'affinage avec ou sans fusion, sur la cémentation, sur la fabrication de l'acier au creuset, celle de l'acier Bessemer avec ses modifications diverses, celle de l'acier Martin, sur la déphosphoration en présence de matériaux réfractaires neutres ou basiques, soit en convertisseur, soit sur sole.

La troisième partie de l'ouvrage traite de l'emploi des aciers par les chemins de fer, dans les constructions navales, dans le matériel de l'artillerie, enfin dans les industries très variées qui en font usage sous les formes les plus diverses.

Cette dernière partie se termine par une description rapide des principales usines qui fabriquent l'acier en France, en Allemagne, en Angleterre, en Écosse, en Autriche-Hongrie, en Belgique, en Italie, en Russie, en Suède, aux Indes et en Amérique.

Cette revue est un résumé des différents ouvrages, mémoires ou notices publiés sur les usines des deux mondes. Elle manque un peu du cachet personnel que pourraient donner des visites faites par l'auteur lui-même dans les usines.

Une observation analogue pourrait se faire à la rigueur sur la description des procédés de fabrication, on ne sent pas que l'auteur ait été lui-même aux prises avec les difficultés de la pratique.

Mais il a fidèlement recueilli les travaux des savants et des métallurgistes et il les a présentés avec méthode, avec clarté, d'une manière intéressante en même temps qu'instructive. L'ouvrage se lit aisément et donne une idée exacte de la science sidérurgique à l'époque actuelle.

Le Comité des arts chimiques a jugé que le livre de M. Knab répondait aux conditions demandées pour le prix divisible de 4000 francs destiné à encourager les publications utiles à l'industrie chimique ou métallurgique et propose d'attribuer à l'auteur un prix de 1000 francs.

Signé : A. Carnot, *rapporteur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. MÜNTZ *sur le* PRIX PROPOSÉ POUR L'UTILISATION DES TOURBES FRANÇAISES EN AGRICULTURE.

Prix de 2000 francs.

En instituant un prix pour les études sur l'utilisation des tourbes françaises en agriculture, la Société d'Encouragement a voulu appeler l'attention sur une source de richesse nationale trop négligée jusqu'à présent. Les tourbières occupent dans plusieurs régions de la France de vastes surfaces et il suffit de citer celles de la Bretagne, de la Somme, du Jura, pour montrer l'importance et l'étendue de ces gisements.

Autrefois, la tourbe était extraite dans certaines localités pour servir de combustible ; aujourd'hui, la facilité des transports a permis à la houille et au coke de pénétrer partout et la tourbe est devenue pour ainsi dire sans usages. Cependant, depuis un certain nombre d'années, il a été reconnu que les tourbes présentent de l'intérêt au point de vue de l'agriculture. C'est ainsi que la Hollande et l'Allemagne du Nord préparent la tourbe pour en faire de la litière et l'importation de ces produits en France est devenue très importante.

D'un autre côté, on a remarqué que les tourbières sont susceptibles d'être transformées en terre de culture et même d'être répandues sur des sols pauvres en humus, dont ils modifient avantageusement les qualités. On doit à M. Tisserand d'importantes observations sur ce sujet.

Il s'agissait de savoir, à ce dernier point de vue, quel parti il est possible de tirer des tourbes qui sont si abondantes en France.

Le travail présenté par M. Hitier, répétiteur à l'Institut Agronomique, nous semble répondre à tous les points importants du programme tracé par la Société. M. Hitier ne s'est pas borné à faire des expériences sur les qualités et sur l'emploi des tourbes. Il est allé les étudier sur place, non seulement dans les diverses régions de la France, mais encore en Hollande où l'on sait tirer un si merveilleux parti de cette richesse accumulée par les siècles.

Le travail de M. Hitier contient la description des principaux gisements de tourbe, avec l'indication de leur mode de formation, de leur étendue, des conditions de leur exploitation. M. Hitier donne en outre leur composition

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chimique qu'il a déterminée avec beaucoup de soin par des recherches de laboratoire ; les résultats des expériences culturales qu'il a instituées au voisinage des tourbières ; les essais d'application à la litière de diverses tourbes qui n'avaient pas encore été employées à cet usage.

Dans ses expériences culturales, M. Hitier a montré que les tourbes constituent de véritables engrais azotés, soit qu'on les emploie directement ou qu'on en fasse des composts. Il insiste surtout sur l'avantage de l'incorporation dans ces produits des craies phosphatées qui existent si abondamment dans le Nord de la France et qui sont le plus souvent sans valeur marchande et sans emploi. Par leur incorporation à la tourbe, ces craies phosphatées donnent d'excellents résultats comme M. Hitier l'a constaté pour le blé et pour la betterave. Quant à l'application de la tourbe à la litière des animaux de la ferme, M. Hitier a montré que, dans beaucoup de régions, il existe des tourbes mousseuses, pouvant être employés au couchage des animaux, au même titre que les tourbes de Hollande et d'Allemagne, et donnant des fumiers qu'il a appliqués avec succès à la fumure des terres.

Le Comité d'agriculture estime que le travail de M. Hitier présente le plus haut intérêt, qu'il répond au programme tracé par la Société et vous propose d'accorder à M. Hitier le prix institué pour l'utilisation des tourbes françaises en agriculture.

Signé : Achille Müntz, *rapporteur.*

PRIX D'AGRICULTURE

Rapport *fait par* M. Demontzey, *au nom du Comité d'agriculture, sur le* prix proposé pour le reboisement et le gazonnement des terres incultes.

Prix de 2000 francs.

M. Benoît-d'Entrevaux, propriétaire à Saint-Priest, près Privas (Ardèche), a présenté le 30 novembre 1889 un mémoire qui répond entièrement au programme.

Écrit *pour le paysan*, comme le dit l'auteur, ce mémoire expose, avec une clarté et une sincérité remarquables, la situation navrante de l'Ardèche au point de vue de l'état actuel de ses montagnes jadis boisées, fait l'historique rapide de leur déboisement et en déduit les conséquences néfastes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'ont surabondamment et douloureusement justifiées les inondations de septembre 1890 survenues un an après sa rédaction.

L'auteur émet ensuite, simplement, sans prétention ni étalage de citations scientifiques, une série d'excellentes idées sur les meilleurs modes à employer pour reconstituer, sur les montagnes dénudées, la végétation forestière et herbacée qui leur fait actuellement défaut; il indique, suivant les altitudes et la nature du sol, les procédés les plus pratiques et les plus à la portée des particuliers.

Les conseils qu'il donne sont ceux d'un homme qui les a puisés dans une pratique personnelle, sans s'inspirer des écrits des autres.

Dans la dernière partie, M. Benoît-d'Entrevaux se montre sincère apôtre du reboisement des montagnes. Il émet une série de considérations générales, d'un ordre très élevé, la plupart nouvelles et dont l'application ne laisserait pas d'aider singulièrement à la régénération des montagnes aujourd'hui si délabrées du midi de la France. Faisant appel à l'initiative individuelle, il cherche à l'utiliser par le groupement des particuliers en syndicats dont les efforts communs seraient de beaucoup plus puissants et plus rapides que ceux des propriétaires laissés ou réduits à l'isolement. Il termine en émettant une série de vœux relatifs soit aux ressources en argent à réunir, soit à des dégrèvements d'impôts en faveur des terrains reboisés, soit aux encouragements à distribuer, soit enfin à la propagande à développer.

Cet excellent travail a surtout pour but de pousser énergiquement les populations à ne pas compter exclusivement sur l'État qui ne peut tout faire et dont la part est déjà assez grande puisqu'il est chargé par la loi de tous les travaux de reboisement déclarés d'utilité publique. Les populations des régions montagneuses doivent s'aider elles-mêmes dans le grand combat contre les inondations dont elles sont périodiquement les victimes et rendre au plus tôt à leurs montagnes dénudées l'abri forestier et herbacé dont la disparition est le fait exclusif de leurs ancêtres.

Ce mémoire ne pouvait trouver un meilleur champ d'application que dans ce malheureux département de l'Ardèche, en proie aux désastres périodiques des plus terribles inondations.

Dans une lettre annexée à son travail, l'auteur indique qu'il a pris pour bases de ses observations deux essais principaux :

1° Les siens, sur quelques hectares seulement, formant une série de places d'essais, différenciées par l'exposition, la nature et la déclivité du sol.

2° Ceux d'un de ses voisins et ami, M. Clément, directeur de la Société

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des eaux de Vals, exécutés sur une étendue de 300 hectares environ, et dont le résultat frappe aujourd'hui tous les visiteurs de cette station balnéaire.

En résumé, le mémoire de M. Benoît-d'Entrevaux répond entièrement au programme, et votre Comité d'agriculture vous propose de lui allouer le prix de 2000 francs.

M. Noel a présenté un volumineux mémoire, véritable œuvre de bénédictin, dans lequel l'auteur s'efface généralement devant d'innombrables citations ou de longs extraits empruntés à des documents ou des ouvrages divers.

Ce travail, très méritoire, constitue une sorte d'encyclopédie du reboisement des montagnes où M. Noel a su présenter avec une rare sagacité tout ce qui a été écrit ou fait en matière de reboisement jusqu'en 1889.

Après un historique des plus intéressants de la question, obtenu à la suite de laborieuses recherches, il fait connaître les diverses phases de la législation spéciale sur la matière ; puis, entrant dans le vif de la question, il étudie les torrents, les causes de leur formation et les moyens de les éteindre ; il passe de là au régime pastoral et termine par la description de nombreux torrents éteints par les forestiers.

Ce travail énorme est une véritable vulgarisation de la question du reboisement des montagnes qu'il y a tout intérêt à encourager.

Bien qu'il ne remplisse pas entièrement les conditions du programme, votre Comité est d'avis qu'il y a lieu de décerner au remarquable mémoire de M. Noel une médaille d'or.

Signé : DEMONTZEY, *rapporteur.*

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. PRILLIEUX, *au nom du Comité d'agriculture, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR LA CONSERVATION DES POMMES DE TERRE ET AUTRES LÉGUMES.

Prix de 1000 francs.

Notre Société, frappée de l'importance des pertes que produisent les altérations subies au printemps par les pommes de terre, les oignons et autres légumes de garde, a proposé un prix pour la solution de cette question qui, spécialement en ce qui touche la pomme de terre, est d'un intérêt public. On

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sait qu'à l'époque où les jeunes tubercules des variétés précoces sont apportées sur le marché et vendus à des prix élevés qui les mettent hors de la portée du plus grand nombre des consommateurs, les pommes de terre de grande culture récoltées l'année précédente ont déjà commencé de germer et de s'altérer et ne sont déjà plus qu'un aliment fort médiocre.

Un procédé simple et pratique qui permettrait de conserver les pommes de terre saines et avec les qualités qu'elles ont au printemps jusqu'à la récolte en grande culture rendrait à l'alimentation publique, à celle des classes pauvres en particulier, un très grand service.

De nombreux concurrents ont répondu à l'appel de notre Société et ont fait connaître les moyens qui leur paraissaient les meilleurs pour empêcher ou du moins entraver l'éveil de la végétation dans les tubercules et oignons au printemps.

C'est quand ils sortent de l'état de vie latente où ils sont restés durant l'hiver, et qu'ils émettent des pousses nouvelles aux dépens de la réserve alimentaire qu'ils contiennent, que les tubercules et les bulbes s'altèrent, s'épuisent et deviennent de moins en moins propres à la consommation. L'air est indispensable à la très active respiration des jeunes pousses qui se développent. Les procédés proposés par la plupart des concurrents consistent à empêcher l'accès de cet air et à placer les tubercules dans un milieu ne contenant plus d'oxygène, mais seulement de l'acide carbonique.

Votre Comité ne pouvait se borner à admettre sans preuve les affirmations des concurrents touchant l'efficacité des procédés de conservation recommandés par eux; il les a invités à adresser à la Société au commencement du mois de juin des tubercules et oignons conservés par eux. Cinq seulement ont répondu à son appel : MM. Schribaux, professeur à l'Institut agronomique; Lecomte, professeur au lycée Saint-Louis; Guyot, Homassel et Nalles.

Les pommes de terre adressées par M. Schribaux étaient parfaitement saines, fermes et lisses et dépourvues de germes. Elles sont restées telles pendant tout le cours de l'année. Le procédé de conservation imaginé par lui diffère essentiellement de ceux qui ont été employés par les quatre autres candidats.

M. Lecomte a conservé des pommes de terre dans de la cendre de bois à l'intérieur d'un silo. Le 12 juin, elles avaient des germes à peine apparents tandis que ceux des témoins conservés en cave atteignaient de 1 à 2 centimètres.

M. L. Guyot a adressé des pommes de terre, oignons et carottes conservés dans de la sciure de bois. Il n'avait pas joint de témoins à son envoi. Il ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semblait pas y avoir une différence très marquée entre les légumes présentés par M. Guyot et ceux que l'on trouvait à la même époque à la halle de Paris.

M. Homassel emploie aussi la sciure de bois comme moyen de conservation. Les oignons envoyés par lui étaient complètement vidés ; les pommes de terre étaient à peine ridées, mais portaient des germes d'une longueur moyenne de 3 à 5 centimètres.

M. Nalles a adressé des oignons et des pommes de terre. Sur six oignons, deux commençaient à germer. Les pommes de terre étaient un peu ramollies et portaient des germes d'un centimètre. L'œil terminal avait été souvent éborgné. Le procédé de conservation employé par M. Nalles consiste à placer les tubercules entre des lits de paille de seigle et à recevoir ensuite le tas d'une couche de sable ou de terre bien sèche.

En somme, les procédés de conservation préconisés par les quatre candidats précédents sont fondés sur l'emploi de matières isolantes qui maintiennent les tubercules à une température sensiblement constante et empêchent l'accès de l'air. Dans ces conditions, la germination a été retardée d'une façon plus ou moins marquée.

M. Schribaux a tenté une autre méthode ; au lieu de se borner à chercher un milieu capable d'entraver le développement des bourgeons, il s'est proposé de les tuer sans altérer les tubercules et il y a réussi.

Après avoir essayé sans succès l'emploi de divers agents chimiques plus ou moins corrosifs, il a trouvé dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique à dose convenable un excellent moyen de détruire les bourgeons de la pomme de terre sans corroder les tubercules qui, grâce à ce traitement, ne germent pas et conservent pendant plus d'une année toute leur valeur alimentaire.

Ses expériences ont porté principalement sur la pomme de terre dite Quarantaine des Halles, l'une des variétés le plus fréquemment cultivées autour de Paris. En plongeant les tubercules pendant dix heures dans de l'eau contenant 1 1/2 p. 100 d'acide sulfurique du commerce, il a obtenu un succès complet. Avec des variétés à peau épaisse de la grande culture, il convient de prolonger le traitement de quelques heures et de faire usage d'une solution à 2 p. 100. Plus concentrée, elle pénétrerait par les lenticelles et produirait de petites taches superficielles qui diminuerait la valeur marchande du tubercule.

La solution à 2 p. 100 peut être maniée sans aucune précaution ; elle est si faiblement acide qu'une goutte mise sur la langue ne produit aucun effet désagréable. Elle ne peut entamer la peau du tubercule et pénètre seule-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment à travers l'épiderme des bourgeons; elle les désorganise, puis pénètre peu à peu en ces points dans le tubercule. L'expérience a montré qu'après une immersion de dix heures la désorganisation du tissu a gagné environ jusqu'à 2 millimètres sous chaque bourgeon.

On retire alors les tubercules et on les laisse égoutter aussi complètement que possible avant de les emmagasiner.

De petites dépressions correspondent aux yeux qui ont été ainsi complètement détruits. La peau est lisse et saine.

Les tubercules traités se conservent sans altération pendant plus d'une année. Une photographie montre l'état au 15 juillet 1890 des pommes de terre traitées et non traitées de la récolte de 1889. Nous en avons vu qui, au bout de dix-huit mois, étaient encore fermes et paraissaient très sains.

L'analyse faite au mois de septembre de tubercules de l'année précédente traités par le procédé de M. Schribaux a montré qu'ils avaient la même composition qu'au mois de mai précédent, à cela près, qu'ils avaient perdu une très petite quantité d'eau; leur valeur alimentaire était donc demeurée la même.

La même solution peut servir indéfiniment au traitement des pommes de terre. Des analyses répétées ont prouvé que la concentration du liquide reste constante, quel que soit le nombre des immersions successives de tubercules auxquelles il a servi. Un hectolitre de solution suffit au traitement de 100 hectolitres de pommes de terre.

A la campagne, on peut se servir pour le traitement de tonneaux ou de cuviers sans crainte d'en altérer le bois. Une planchette de chêne plongée pendant cinq mois dans une solution à 2 p. 100 d'acide sulfurique n'a présenté aucune trace d'altération.

Si on voulait traiter de grandes quantités de pommes de terre, on pourrait utiliser des récipients de nature quelconque, à condition de les doubler de feuilles de plomb.

Le procédé de M. Schribaux n'est pas applicable aux oignons, mais en ce qui touche la pomme de terre il permet d'obtenir presque sans frais, sans embarras et par des moyens à la portée de tous une conservation des tubercules si parfaite et de si longue durée que votre Comité d'agriculture n'hésite pas à vous proposer de lui accorder le Prix.

Signé : PRILLIEUX, *rapporteur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. RISLER, *au nom du Comité d'agriculture, sur un* PRIX PROPOSÉ POUR UNE ÉTUDE SUR L'AGRICULTURE ET L'ÉCONOMIE RURALE D'UNE PROVINCE OU D'UN DÉPARTEMENT.

Prix de 2 000 francs.

Tout en remplissant ses fonctions d'inspecteur général de l'agriculture, M. Menault étudie les provinces qui se trouvent dans sa région d'inspection. Il les étudie, non seulement dans leur état actuel et dans les améliorations qui peuvent augmenter leur prospérité future, mais il cherche à réunir des documents sur leur passé et à retracer ainsi l'histoire de leur agriculture. C'est un champ de recherches où il y a beaucoup à trouver, et, par ses travaux antérieurs, M. Menault était déjà bien préparé à ce rôle d'historien de l'agriculture.

Pour le Berry, il a réuni une série de documents à l'aide desquels il nous montre, d'une manière très précise et très vivante, toutes les misères et toutes les vicissitudes par lesquelles a passé son agriculture, au milieu des servitudes du moyen âge, des guerres civiles du XVI^e^ siècle, des charges écrasantes du XVII^e^ et du XVIII^e^, avant d'arriver au magnifique développement qu'elle a pris au XIX^e^, grâce au code civil, à la paix intérieure, aux progrès de l'instruction et aux perfectionnements des moyens de transport.

Puis, s'attachant particulièrement dans ce premier volume à l'un des deux départements que l'on a faits avec le Berry, à celui du Cher, il nous décrit son sol, son climat et ses cultures de céréales, de fourrages et de plantes industrielles.

Le deuxième volume comprendra les productions animales du département du Cher et un tableau complet de l'agriculture de l'Indre.

Espérons qu'il ne tardera pas à paraître et, pour en encourager l'auteur, nous proposons de lui accorder un prix de 1 000 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. F. Briot, inspecteur des forêts à Annecy, nous avait déjà présenté il y a quelques années une étude fort importante sur l'économie pastorale du département des Hautes-Alpes dans laquelle il montrait que, pour retenir sur ces montagnes à la fois la population et la terre qui devrait la nourrir, il faudrait agrandir les pâturages et développer l'industrie laitière.

Depuis cette époque, il a étendu ses inspections des pâturages aux départements voisins des Hautes-Alpes, aux Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Drôme, Isère, Savoie et Haute-Savoie, c'est-à-dire toute la région des Alpes françaises, et il nous donne aujourd'hui les résultats de cette vaste enquête dans une série de monographies des communes alpestres. Il décrit l'état de leurs pâturages, le bétail et ses produits et trace pour chacune d'elles un programme des améliorations qu'il y aurait lieu d'y faire : remplacer autant que possible les moutons par les vaches laitières et les champs par des prairies ou des pâturages; organisation de fruitières par association pour tirer plus de profit du lait; meilleure répartition des engrais; épierrement des pâturages; construction de chalets et de chemins; et surtout irrigation des prairies, M. Briot décrit pour chaque commune ce qu'il y aurait à faire.

On cherche depuis longtemps à employer les eaux du Rhône pour arroser nos plaines du Midi.

Mais en attendant que ce problème soit résolu, il faudrait commencer par utiliser les eaux que le soleil a élevées gratuitement jusqu'à la hauteur des Alpes pour y produire des fourrages et y donner des moyens d'existence à leurs habitants.

Souhaitons que les conseils si pratiques de M. Briot soient répandus dans tous nos départements alpestres et que ses études contribuent à leur fournir les moyens d'exécution à titre d'encouragement pour les publier; aussi proposons-nous de lui accorder un prix de 1 000 francs.

Signé : RISLER, *rapporteur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

I. LISTE DES MÉDAILLES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ POUR DES INVENTIONS OU DES PERFECTIONNEMENTS AUX ARTS INDUSTRIELS

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
		MÉDAILLES D'OR	
	MM.	MM.	
1	Guillaumin.	Colonel Pierre.	Perfectionnements aux bascules.
2	Marchand (Henri).	Heuzé.	Ouvrage intitulé : *Tu seras agriculteur.*
3	Parville (de).	C. Lavollée.	Ensemble des travaux.
4	Raffard.	Collignon.	Ensemble des travaux.
		MÉDAILLES D'ARGENT	
	MM.	MM.	
1	Brochocki.	Colonel Pierre.	Ravivage des limes.
2	Colson (capitaine).	Davanne.	Photographie sans objectif.
3	Fritz et Guillemin.	Muret.	Traité de la distillation.
4	Girard de Vasson.	Bunel.	Applications du liège.
5	Méheux.	Davanne.	Photographie sans objectif.
6	Malo (Léon).	C. Lavollée.	Ouvrage sur l'Exposition universelle.
7	Londe et Dessoudeix	Davanne.	Obturateur photographique.
8	Personne de Neufchastel-Sennevoy.	Colonel Pierre.	Ravivage des limes.
9	Simon (André).	Simon.	Traduction d'un Traité de tissage.
10	Theureau.	Tresca.	Porte-foret.
11	Tissandier (Gaston)	Davanne.	Photographie en ballon.
		MÉDAILLES DE BRONZE	
	MM.	MM.	
1	Chastel.	Tresca.	Système de robinet.
2	Chevillard.	Colonel Pierre.	Courroie de sûreté.
3	Bricard frères.	Appert.	Porte roulante.
4	Saint-Ange Vivier.	Appert.	Porte roulante.
5	Tondeur.	Davanne.	Plaques photographiques.

Les Secrétaires de la Société,
Ed. COLLIGNON. Aimé GIRARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES

DÉCERNÉES POUR LES INVENTIONS UTILES OU DES PERFECTIONNEMENTS DANS LES ARTS INDUSTRIELS

(*Extraits des Rapports des différents Comités.*)

(Voir le tableau I.)

MÉDAILLES D'OR

1. Perfectionnements apportés aux bascules, par M. GUILLAUMIN, directeur de la Société des ponts à bascule, à Voiron (Isère).

M. Guillaumin, lauréat de la Société en 1887, pour son remarquable pont à bascule, a constamment travaillé depuis lors à perfectionner son œuvre, et, en particulier, à appliquer son mode de vérification de justesse aux instruments divers employés au pesage des objets de toutes grandeurs et de tous poids.

Deux des principales modifications imaginées par M. Guillaumin sont :

1° L'appréciation des dispositions de l'appareil vérificateur à des instruments de différents systèmes construits antérieurement;

2° L'application de ce système de vérification aux petites bascules du commerce et de l'industrie. A cet effet, M. Guillaumin a réalisé quatre types vérificateurs de différentes grandeurs destinés aux machines suivantes, savoir: 1° une petite bascule d'usine de la force de 1000 kilog.; 2° un appareil à peser les métaux au détail; 3° un appareil à peser les marchandises en sacs; 4° une bascule ordinaire de magasin de la force de 500 kilog.

Le rapport du Comité des arts mécaniques, sur ces importants perfectionnements, lu et approuvé par le Conseil dans sa séance du 10 avril dernier, doit être inséré dans le *Bulletin*.

Le Comité demande, en outre, que le Conseil décerne à M. Guillaumin, déjà lauréat de la Société en 1887, une médaille d'or.

2. Ouvrage d'agriculture, par M. Henri MARCHAND, chef du bureau au ministère de l'agriculture.

M. Marchand, chef de bureau au ministère de l'agriculture, a publié un ouvrage sous le titre : *Tu seras agriculteur*. Dans le but d'intéresser ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jeunes lecteurs aux travaux de la vie agricole et de leur faire comprendre la nécessité, pour les petits et moyens cultivateurs, de ne pas suivre les anciens errements, M. Marchand s'est imposé la tâche d'esquisser la vie laborieuse d'une honnête famille agricole qui, après un travail incessant, mais réfléchi, intelligent et progressif, est parvenu à une honorable aisance.

Cet ouvrage d'une parfaite moralité est bien fait pour répandre les connaissances théoriques et indique les perfectionnements que demande la culture. Aussi la Société d'Encouragement décerne-t-elle une médaille d'or à M. Marchand pour son très intéressant ouvrage.

3. Ensemble des travaux de M. Henri DE PARVILLE, publiciste à Paris.

Dans une publication qui a été offerte à la Société d'Encouragement, M. Henri de Parville a décrit l'Exposition universelle de 1889. Le Conseil a saisi l'occasion de témoigner sa haute estime pour l'ensemble des travaux de l'auteur, qui, depuis de longues années, consacre son talent à la vulgarisation de la science appliquée à l'industrie et qui a rendu ainsi les plus utiles services. — Une médaille d'or est décernée à M. Henri de Parville.

4. Ensemble des travaux de M. J. RAFFARD, ingénieur-conseil de la maison Bréguet, à Paris.

M. Jules Raffard, ingénieur-conseil de la maison Bréguet, est depuis longtemps connu de la Société d'Encouragement. En 1841 elle lui accordait, sur le rapport de M. Combes, une bourse à l'École des arts et métiers d'Angers. En 1848 il y faisait sa première communication et proposait d'*entourer d'une chaîne de sauvetage la ligne de flottaison des bateaux*. Établi d'abord en Angleterre, puis en Australie, où il passa quatorze années, de 1852 à 1866, M. Raffard a rapporté de ses longs voyages les sujets de plusieurs communications intéressantes : c'est alors qu'il nous a donné successivement la *description des moyens employés dans les mines de Victoria pour monter et descendre dans les puits*, les *méthodes d'entretien et de nettoyage des chaussées en bitume de l'Australie*, les *procédés suivis en Australie et en Amérique pour rafraîchir l'eau potable*, sujets variés extraits des souvenirs de voyage de l'auteur. Mais déjà la mécanique appliquée était son étude favorite : il indiquait la *manière d'accroître la vitesse de marche des navires à voiles*, il résolvait plusieurs problèmes de navigation, il abordait la question des régulateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est en 1872 que M. Raffard a été élu membre de la Société d'Encouragement; depuis cette époque il en a été l'un des membres les plus assidus et les plus féconds; le *Bulletin* renferme de lui un grand nombre de communications : *Moyen d'annuler en partie le frottement du volant dans les machines, Utilisation de la contre-vapeur, Modèle de palier graisseur, Avertisseur de l'échauffement des arbres tournants, Appareils de sûreté contre les incendies, Jonction de l'axe du cylindre et de la bielle, Régulateur automatique de température, Frein dynamométrique équilibré pour la mesure du travail d'un petit moteur, Dynamomètre de rotation, Balance dynamométrique, Perfectionnement du frein de M. Carpentier, Manchon d'accouplement élastique, Transmission funiculaire...*, tels sont les principaux sujets traités par M. Raffard de 1874 à 1888, et qui témoignent de son habileté mécanique et de son infatigable activité. Tout récemment encore, il nous présentait un appareil ingénieux sous le nom d'*obturateur à mouvement louvoyant,* et dans la même séance une *équerre axiale*, au moyen de laquelle l'ouvrier peut percer sans hésitation, à travers un arbre métallique, un trou rigoureusement dirigé vers l'axe géométrique de la pièce.

Le caractère propre des dispositifs dus à M. Raffard est, en général, la parfaite symétrie des pièces et des efforts qui y sont développés, et la diminution des résistances accessoires auxquelles les organes des machines sont exposés la plupart du temps. Le système matériel mobile, toujours équilibré, est soustrait aux influences perturbatrices, qui donnent lieu à des excès de fatigue et absorbent en pure perte une fraction du travail moteur dans les appareils moins bien conçus. Comme type de ces dispositions, on peut citer la *machine magnétique équilibrée* de M. Raffard, qui a été en 1885 l'objet d'une intéressante communication de M. Hillairet. La symétrie des efforts est surtout utile dans les appareils de mesure, pour éliminer un grand nombre de causes d'erreurs.

La Société d'Encouragement a attribué à M. Raffard en 1882 une médaille de bronze pour son perfectionnement du frein funiculaire de M. Carpentier. Elle lui a décerné en 1887 une médaille de platine pour son procédé de montage des courroies et son système de jonction des arbres tournants par l'intermédiaire de liens élastiques. Ces premiers succès n'ont en rien ralenti l'ardeur de M. Raffard, et l'intérêt de ses plus récentes inventions, venant compléter la série de toutes les précédentes, nous a paru mériter une nouvelle et plus haute récompense.

Sur la proposition du Comité des arts mécaniques, le Conseil de la Société

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Encouragement décerne à M. Raffard une médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux.

MÉDAILLES D'ARGENT

1. Ravivage des limes, par M. Brochocki, ingénieur civil.
8. Ravivage de limes, par M. Personne de Neufchastel-Sennevoy.

M. de Dienheim-Brochocki, ingénieur civil, a pris en 1868 un brevet d'invention pour un procédé électro-chimique de ravivage ou repiquage des limes. Ce procédé fut communiqué à la Société en 1869, par M. Werdermann, acquéreur du brevet. Il consistait à soumettre à un courant fourni par des éléments Bunsen les limes placées au pôle positif dans un bain composé d'acide sulfurique, d'acide nitrique et d'eau, le pôle négatif étant formé par une spirale en cuivre entourant les limes à une certaine distance et se terminant par un fil remontant vers la surface. La durée de l'opération était d'environ vingt minutes.

Des usines avaient été établies en France, et cette industrie paraissait devoir donner des résultats pratiques lorsque la guerre de 1870 éclata. M. Werdermann, sujet allemand, quitta la France, et la fabrication cessant, le brevet tomba dans le domaine public.

Quelques années plus tard, M. le baron Augustin Personne, après de longues études sur le ravivage des limes par l'électricité, prit un brevet d'invention le 13 mars 1888. Dans sa manière d'opérer, l'emploi des piles Bunsen ou autres extérieures au bain qui reçoit les limes est supprimé. Les détails de ses appareils et de sa méthode ont été donnés dans un rapport du Comité des arts mécaniques, qui a été approuvé le 13 mars 1891. On rappelle seulement ici que la durée de l'opération est de dix minutes environ.

Voici quelle était la conclusion du rapport :

En présence des faits qui viennent d'être exposés, on doit féliciter M. Personne pour la manière dont il applique l'électricité au ravivage des limes, et signaler son procédé à l'industrie française. Mais, soit que M. Personne ait connu, soit qu'il ait ignoré les essais faits avant lui, il faut reconnaître et faire ressortir ici le mérite de M. Brochocki dont les efforts et les travaux, sans aboutir à une solution aussi pratique de la question, ont signalé cette nouvelle application de l'électricité.

C'est dans la double intention de donner un témoignage d'éloges et de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remerciements à MM. Brochocki et Personne, que le Comité des arts mécaniques propose au Conseil de décerner à chacun de ces deux inventeurs une médaille d'argent.

2. Photographie sans objectif, par M. COLSON, capitaine du génie.

M. le capitaine Colson a fait une étude sur les lois qui régissent la relation entre les ouvertures de petit diamètre et la netteté des images obtenues dans les chambres noires sans objectif pour laquelle le Comité des constructions et des beaux-arts lui décerne une médaille d'argent.

3. Traité de distillation des produits agricoles et industriels, par MM. FRITSCH et GUILLEMIN, ingénieurs civils.

MM. Fritsch et Guillemin se sont déjà fait connaître par un travail concernant la culture et la distillation de la betterave et du topinambour. Leur nouvel ouvrage sur la distillation des produits agricoles et industriels est beaucoup plus étendu. Il comprend le traitement de toutes les matières premières mises en œuvre par la distillerie, c'est-à-dire, outre la betterave et le topinambour, les produits amylacés, graines et céréales, les pommes de terre, les patates, les mélasses, etc.

Les particularités qui distinguent l'alcoolisation de chacune de ces matières sont l'objet d'une description détaillée. Comme manuel des appareils employés en France et en Allemagne, le travail de MM. Fritsch et Guillemin peut être considéré comme suffisamment complet. Il est appelé à rendre service à la distillerie en raison des renseignements intéressants qu'il contient.

Sur la proposition du Comité d'agriculture, la Société accorde une médaille d'argent à MM. Fritsch et Guillemin.

4. Objets en liège aggloméré, par M. GIRARD DE VASSON, boulevard de Vaugirard, 8, à Paris.

M. Girard de Vasson a présenté à la Société d'Encouragement divers produits de la Société *la Subérine*, dont la base est le liège concassé et pulvérisé. Autrefois, sans emploi dans l'industrie, les résidus de liège ont aujourd'hui des applications très diverses. Quoique cette industrie ne soit pas d'origine française, son introduction dans notre pays ne peut être accueillie que favorablement par la Société d'Encouragement; aussi le Comité des constructions et des beaux-arts accorde une médaille d'argent à M. Girard de Vasson.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5. Photographie sans objectif, par M. MÉHEUX.

La Société d'Encouragement accorde une médaille d'argent à M. Méheux pour ses recherches sur la photographie sans objectif et sur le remplacement de celui-ci par une ouverture de très petit diamètre percée dans un corps opaque.

6. Ouvrage sur l'Exposition universelle de 1891, par M. Léon MALO, ingénieur.

M. Léon Malo, ingénieur, a offert à la Société un volume sur l'Exposition universelle de 1889. L'intérêt et le mérite de cette publication ont été signalés au Conseil par le Comité de commerce. Une médaille d'argent est décernée à M. Léon Malo.

7. Obturateur photographique, par MM. LONDE et DESSOUDEIX.

La Société d'Encouragement accorde une médaille d'argent à MM. Londe et Dessoudeix pour l'invention et la construction d'un obturateur photographique couramment employé et donnant des vitesses variables et la pose à volonté.

9. Traduction d'un traité sur le tissage mécanique, par M. André SIMON.

En traduisant de l'allemand le traité de M. Franz Reh sur le *Tissage mécanique*, M. André Simon a comblé une lacune importante de la technologie française.

La Société d'Encouragement reconnaît le service rendu par M. André Simon à l'industrie nationale en lui décernant une médaille d'argent.

10. Porte-foret, par M. THEUREAU, mécanicien.

M. Theureau a présenté à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale deux appareils à percer les métaux permettant un mouvement continu du foret par un mouvement alternatif d'un archet ou d'un levier.

Le levier à cliquet, muni de la disposition spéciale de M. Theureau, permet d'augmenter d'un quart environ la production de cet outil, mais il n'est employé avec avantage que pour percer des trous de diamètres moyens, de 15 à 18 millimètres par exemple.

Le Comité des arts mécaniques propose de décerner à M. Theureau une médaille d'argent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

11. Photographie en ballon, par M. Gaston TISSANDIER.

M. Gaston Tissandier a fait plusieurs essais de photographie en ballon et a réuni dans un ouvrage les essais de photographie aérostatique exécutés en France et à l'étranger. Le Comité des constructions et des beaux-arts accorde à M. Gaston Tissandier une médaille d'argent pour ses intéressants travaux.

MÉDAILLES DE BRONZE

1. Robinet à repoussoir, par M. CHASTEL.

M. Chastel a présenté à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale un robinet à repoussoir surnommé *le silencieux* et ayant pour but d'éviter les coups de bélier.

Dans cette disposition l'eau est obligée de passer par six orifices de faible diamètre, 2 millimètres, puis agit par sa pression sur deux surfaces planes de sections différentes, et neutralise dans une certaine mesure, au moment de la fermeture du robinet, l'action d'un ressort à boudin qui repousse la soupape vers l'orifice de fermeture.

Le Comité des arts mécaniques propose d'accorder à M. Chastel une médaille d'or.

2. Courroie de sûreté, par M. CHEVILLARD, rue des Trois-Frères, 28, à Paris.

M. Chevillard a présenté une courroie de sûreté pour laquelle il a pris un brevet d'invention avec l'aide de la Société d'Encouragement.

Cette courroie est destinée à supporter les sacoches portées en sautoir, et spécialement celles des garçons de recette. Elle se compose de deux bandes de cuir d'épaisseur moyenne, réunies par des coutures faites le long des bords. Deux lames d'acier très souple, de 3 millimètres de largeur sur un demi-millimètre d'épaisseur, sont introduites entre les deux bandes de cuir et règnent sur toute la longueur de la courroie, dont elles rendent la section sinon impossible, du moins très difficile. Leur résistance occasionne une forte secousse qui avertit le porteur de la sacoche.

Cette courroie a été accueillie favorablement par la Banque de France et d'autres grands établissements financiers.

Le Comité des arts mécaniques propose de décerner à M. Chevillard une médaille de bronze.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3. Porte roulante, par MM. Bricard frères.
4. Porte roulante, par M. Saint-Ange Vivier.

M. Saint-Ange-Vivier et MM. Bricard frères ont présenté à la Société d'Encouragement, chacun de son côté, un système de suspension sur galets dit à mouvement différentiel applicable aux portes employées fréquemment dans les habitations et les ateliers et connues sous le nom de *portes roulantes*.

Ces deux systèmes ont pu être utilisés dans un grand nombre de cas, à la satisfaction de ceux qui les ont employés. Le Comité des constructions et des beaux-arts, reconnaissant l'utilité des services qu'ils peuvent rendre, demande au Conseil d'accorder à chacun des inventeurs une médaille de bronze.

5. Plaques photographiques, par M. Tondeur.

La Société d'Encouragement accorde une médaille de bronze à M. Tondeur pour la préparation industrielle en France des plaques sensibles au gélatino-chlorure d'argent.

MÉDAILLES COMMÉMORATIVES

Le Conseil d'administration a décidé d'offrir à plusieurs personnes qui ont bien voulu faire des communications intéressant la Société, des médailles commémoratives en argent à titre de remerciement et pour marquer l'intérêt avec lequel elles ont été accueillies.

Ces médailles sont remises à :

MM. Mékarski, séance du 11 juillet 1899. — Communication sur la production et les applications de l'air comprimé à haute pression.

Aimé Witz, séance du 24 octobre 1890. — Communication sur les moteurs à grande puissance.

Auguste Moreau, séance du 14 novembre 1890. — Communication sur l'Exposition française à Moscou en 1891.

Émile Nouguier, séance du 28 novembre 1890. — Communication sur le montage de la tour Eiffel.

Auguste Lévy, séance du 27 février 1891. — Communication sur la situation actuelle du gaz d'éclairage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II. LISTE DES CONTREMAITRES ET OUVRIERS AUXQUELS ONT ÉTÉ DÉCERNÉES DES MÉDAILLES D'ENCOURAGEMENT

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
1	Albouy (Jean-Amans)	36	Ajusteur à la *Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée*, à Marseille.
2	Arnaud (Alexandre)	44	Modeleur à la *Société des anciens Etablissements Cail*, à Paris.
3	Bernhard (Georges)	35	Chef d'équipe ajusteur à la *Compagnie des Chemins de fer de l'Est*, à Nancy.
4	Boulet (Théophile)	49	Chef d'atelier à la *Faïencerie de Creil.*
5	Bournay (Jean)	35	Riveur à l'*Usine Chameroy*, à Lyon.
6	Briquet (Louis)	43	Chef d'équarri à la *Manufacture de glaces de Saint-Gobain.*
7	Courtois (Joseph)	36	Ouvrier chez MM. *Bail et Pozzy. Forges et ateliers, à Persan*
8	Coussinet (Jean-Baptiste) . . .	48	Chef d'atelier à la *Faïencerie de Montereau.*
9	Douville (Jean-Baptiste) . . .	40	Surveillant à la *Manufacture de produits chimiques d'Amiens* (*Établissements Kuhlmann*).
10	Fauquet (Alfred)	51	Chef d'atelier à la *Faïencerie de Creil.*
11	Ferrier (François)	38	Ouvrier chez MM. *Henry-Lepaute*, constructeurs d'horlogerie, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
12	Fourneau (Étienne)	37	Forgeron à la *Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée*, à Oullins.
13	Friche (Nicolas).	36	Outilleur à la *Compagnie des chemins de fer de l'Est*, à Paris.
14	Froger (Jean-Édouard)	47	Ouvrier chez MM. *Henry-Lepaute*, constructeurs d'horlogerie, à Paris.
15	Gazut (Jean).	45	Ouvrier à la houillère de Bézenet, *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry*.
16	Giraud (François).	38	Plombier à l'*Usine Chameroy*, à Lyon.
17	Goutaillier (Claudine).	35	Ouvrière en mousseline, à Tarare.
18	Heitz (Nicolas).	36	Chef d'atelier à la *Manufacture de glaces de Cirey-sur-Vezouze*.
19	Henry (Victor)	44	Chef d'atelier à la *Faïencerie de Creil*.
20	Hubert (Auguste).	44	Chef d'atelier à la *Faïencerie de Creil*.
21	Jammet (Christophe).	44	Ouvrier chez M. *Jullien*, fabricant de porcelaines à Saint-Léonard.
22	Labiole (Sylvain)	43	Contremaître à l'usine de Commentry, *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry*.
23	Laforet (Simon).	44	Fondeur à l'usine Saint-Jacques, *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry*.
24	Laprévote (Aimé).	37	Magasinier à l'*Usine Chameroy*, à Paris.
25	Lepeintre (Sylvain).	38	Ouvrier chez MM. *Rousset frères*, fabricants de chaussures, à Blois.
26	Luyt (Cyrille).	35	Ouvrier chocolatier, chez MM. *Saintoin frères*, confiseurs, à Orléans.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
27	MASSON (Joseph).	44	Charpentier à la *Compagnie houillère d'Epinac.*
28	MATHIO (Pierre).	45	Ouvrier à la houillère des Ferrières, *Compagnie des forges de Châtillon et Commentry.*
29	MÉLINAT (François)..	43	Chef d'atelier à la *Faïencerie de Montereau.*
30	MOREAU (Pierre).	43	Boiseur à la *Compagnie houillère d'Epinac.*
31	MOTTOT (Denis)..	49	Chef tourneur à l'usine de Sainte-Colombe, *Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry.*
32	NIEZ (Pierre).	35	Ajusteur à la *Société des anciens Etablissements Cail*, à Paris.
33	PELTIER (Louis-Isidore).	55	Garde-forestier, commis à l'exploitation des bois chez *M. Coget*, à Evreux.
34	PLUYAUD (Antoine).	40	Gazier attaché au *Conservatoire des arts et métiers*, à Paris.
35	POUGET (Antoine)	39	Tourneur à la *Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée*, à Arles.
36	POYEN (Louis)	42	Ouvrier à la *Faïencerie de Montereau.*
37	RÉVÉREND (Louis)..	35	Contremaître chez *MM. Poure-O'Kelly*, manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer.
38	RICHARD (Louis).	37	Contremaître à la *Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée*, à Nîmes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
39	VINCENT (Alexandre).	47	Chef d'atelier à la *Faïencerie de Montereau.*
40	VINCENT (Hippolyte).	42	Contremaître chez *MM. Poure O'Kelly,* manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer.
41	VOISIN (Auguste)	36	Bitumier à l'*Usine Chameroy,* à Paris.
42	TERRAULT (Louis)	46	Boiseur à la *Compagnie des houillères d'Epinac.*
43	TISSERAND (Auguste).	64	Ouvrier à la *Faïencerie de Creil.*

Les Secrétaires de la Société,

ED. COLLIGNON. AIMÉ GIRARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTREMAÎTRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS MANUFACTURIERS ET AGRICOLES.

(Voir le tableau II.)

1. Albouy (Jean-Amans).

M. Albouy, né le 20 juin 1825 à Saint-Geniez (Aveyron), est entré le 12 août 1854 aux ateliers du chemin de fer de Lyon à la Méditerranée, à Nîmes, en qualité d'ajusteur; il a passé successivement aux ateliers des machines d'Arles, puis aux ateliers de wagons à Marseille-Prado, où il est actuellement.

Depuis son entrée à la Compagnie, cet ouvrier, attaché au même établissement depuis plus de 36 années, a toujours rempli avec zèle et exactitude les obligations de sa profession.

2. Arnaud (Alexandre).

M. Arnaud, né à Paris le 30 mars 1829, est entré aux anciens établissements Cail, à Paris, le 5 janvier 1847, où il est encore aujourd'hui en qualité de modeleur. C'est un très bon ouvrier qui a toujours donné satisfaction à ses chefs et qui compte ainsi 44 ans d'excellents services.

3. Bernhard (Georges).

M. Bernhard, né le 28 septembre 1827 à Mulhouse, est entré à la Compagnie de l'Est, le 8 juin 1855, où il occupe actuellement l'emploi de chef d'équipe ajusteur à l'atelier du dépôt de Nancy. Cet ouvrier s'est toujours fait remarquer par son zèle, son intelligence et son assiduité au travail. En 1872, il a opté pour la nationalité française à Malzéville (Meurthe-et-Moselle).

4. Boulet (Théophile).

M. Boulet, né le 23 avril 1830 à Verneuil (Oise), est entré à la manufacture de faïences de Creil, le 25 janvier 1842. Employé d'abord comme apprenti dans l'atelier d'ébauche, puis dans celui du moulage en creux, il devint ouvrier habile et on lui confia les pièces les plus difficiles. Il remplaça ensuite le chef de cet atelier, poste qu'il conserva jusqu'en 1885. Bon nombre d'ouvriers à la manufacture sont ses élèves; le meilleur d'entre eux est son fils qui lui succéda en 1885 comme chef d'atelier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les nombreux services qu'il a rendus depuis 49 ans le font encore apprécier et ses conseils sont toujours d'une grande utilité.

5. Bournay (Jean).

M. Bournay, né à Jallien (Isère) le 23 mai 1826, est entré à l'usine Chameroy à Lyon le 28 octobre 1855, où il est employé comme riveur. Sa conduite et son assiduité au travail depuis 35 ans ne se sont jamais démenties.

6. Briquet (Louis).

M. Briquet, né le 16 janvier 1836 à Saint-Gobain (Aisne), est entré à la manufacture des glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, le 14 août 1848. En 1854 il était apprenti équarrisseur; en 1858, il devenait équarrisseur, puis chef d'équarri en 1885. Il compte actuellement 43 années d'excellents services à la manufacture de Saint-Gobain.

7. Courtois (Joseph).

M. Courtois, ouvrier aux forges et ateliers de MM. Bail et Pozzy, à Persan (Seine-et-Oise), compte 36 ans de services à l'usine. Il s'est toujours distingué comme très bon ouvrier, rangé et instruit.

8. Coussinet (Jean-Baptiste).

M. Coussinet, né à Montereau le 25 février 1825, est entré à la manufacture de faïences le 21 septembre 1843. Il a débuté à l'encasterie de biscuit, où il est encore occupé. Sa régularité et sa bonne conduite l'ont fait nommer chef de l'encasterie de biscuit le 1er juillet 1870. Il compte ainsi 48 ans d'excellents services, ayant toujours rempli ses fonctions avec zèle et exactitude.

9. Douville (Jean-Baptiste).

M. Douville compte 40 ans de services à l'usine des produits chimiques d'Amiens, appartenant aux établissements Kuhlmann. Entré en 1850, il a travaillé d'abord comme emballeur, puis comme surveillant de l'atelier des cristaux de soude; il a toujours donné une entière satisfaction par sa conduite et son travail.

10. Fauquet (Alfred).

M. Fauquet, né à Ferrières (Oise) le 18 septembre 1831, est entré à la manufacture de faïences de Creil le 20 mai 1840. Occupé pendant six mois à la brosse, il passa à l'atelier des soucoupes où il resta six ans. A l'âge de 16 ans, il fut employé aux magasins d'émail, où il est encore actuellement comme chef. Il compte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi 51 ans d'excellents services, se faisant remarquer toujours par son application au travail qui lui est confié et qui exige un soin tout particulier.

11. Ferrier (François).

M. Ferrier est employé depuis 1852 dans les ateliers de la maison Henry-Lepaute. Il a d'abord travaillé dans l'atelier d'optique et depuis 1868 il s'occupe de l'entretien et du remontage des horloges publiques. Très laborieux, honnête et dévoué, il compte 38 ans de bons et loyaux services.

12. Fourneau (Étienne).

M. Fourneau, forgeron aux ateliers d'Oullins, a été occupé dans les mêmes établissements depuis septembre 1853.

Ces ateliers appartenaient alors à MM. Parent et Schaken; en novembre 1861, époque à laquelle la Compagnie du chemin de fer P.-L.-M reprit l'exploitation de cet établissement, M. Fourneau passa au service de cette Compagnie. Il est ainsi resté pendant 37 ans dans le même établissement, se faisant toujours remarquer par son exactitude, sa conduite irréprochable et sa parfaite honorabilité.

13. Friche (Nicolas).

M. Friche, né à Metz le 19 avril 1828, est entré au service de la Compagnie des chemins de fer de l'Est le 7 septembre 1853, où il occupe aujourd'hui l'emploi d'outilleur aux ateliers de la Villette. Il s'est toujours distingué par son excellente conduite et sa bonne volonté à exécuter les travaux qui lui ont été confiés et il compte de très bons services. Il n'a quitté la Compagnie, le 22 octobre 1855, que pour faire son service militaire et il y est rentré le 26 mars 1856; il a opté à Metz pour la nationalité française le 3 janvier 1872.

14. Froger (Jean-Édouard).

M. Froger est entré en 1843 dans la maison Henry-Lepaute, où il y est employé comme ouvrier horloger. C'est un ouvrier intelligent, laborieux et honnête qui compte plus de 47 ans d'excellents services.

15. Gazut (Jean).

M. Gazut, âgé de 58 ans, est entré à la houillère de Bézenet (Allier) en 1846. Il est aujourd'hui ouvrier au service des machines et chaudières. Il compte 45 ans de bons services ayant toujours eu une excellente conduite et ayant toujours montré une grande régularité dans son travail.

16. Giraud (François).

M. Giraud, né le 21 décembre 1821 à la Tour-du-Pin (Isère), est entré dans la fabrique de tuyaux de M. Chameroy, à Lyon, le 19 mars 1852 où il est actuel-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lement employé comme plombier. Il a fait preuve pendant 38 ans d'une conduite exemplaire et d'une parfaite intelligence de son métier.

17. Goutailler (Claudine).

Mlle Goutailler, âgée de soixante ans, est ouvrière en mousseline à Tarare. Elle est entrée à l'âge de 14 ans dans l'ancienne maison de commerce Perrin, où elle est restée pendant 35 ans; elle s'est toujours montrée assidue à l'ouvrage, régulière dans sa conduite et attachée à ses patrons; pendant sa vie entière, elle a fait preuve d'un dévouement exemplaire envers ses parents.

18. Heitz (Nicolas).

M. Heitz, né à Vasperviller, canton de Lorquin (Meurthe), le 7 août 1840, est entré à l'usine de Cirey, appartenant à la Société des manufactures de glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, le 8 octobre 1854. Employé d'abord comme savonneur jusqu'en 1856, il est devenu vérificateur du savonnage, puis chef du savonnage mécanique en 1879 et chef des ateliers de douci en 1886. Il compte ainsi 36 ans d'excellents services.

19. Henry (Victor).

M. Henry, né le 2 août 1834 à Pimprez (Oise), est entré à la faïencerie de Creil à l'âge de 13 ans, le 10 octobre 1847.

D'abord mouleur d'assiettes, il devint en 1850 élève mouleur en creux où il se forma et acquit l'habileté qui lui permit, à sa rentrée du service militaire, de passer dans l'atelier de garnissage; en 1872, il devint chef de cet atelier où il est encore. Il compte donc 44 ans d'excellents services dans le même établissement.

20. Hubert (Auguste).

M. Hubert, né à Creil (Oise) le 27 août 1835, est entré à la faïencerie de Creil le 15 septembre 1847. Il débuta comme apprenti dans l'atelier d'ébauche; en 1849, il passa à l'encasterie jusqu'en 1855, époque où il dut faire son service militaire. En 1860, il rentra à l'encasterie de biscuit, où il est actuellement comme chef d'atelier et chargé de la cuisson des fours par le procédé Siemens. Sa conduite exemplaire et son assiduité au travail l'ont toujours fait remarquer depuis 44 ans qu'il est dans la manufacture.

21. Jammet (Christophe).

M. Jammet, né le 1er juin 1833 à Moissannes, canton de Saint-Léonard (Haute-Vienne) est entré à la fabrique de porcelaine de M. Jullien, à Saint-Léonard, en 1846, où il est resté jusqu'à présent. Pendant 44 ans il est resté dans la même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maison, d'où il ne s'est absenté que pour faire son service militaire. Il a toujours été d'une honnêteté et d'un dévouement parfaits et a toujours donné entière satisfaction à ses patrons. Il a fait les campagnes de Crimée et d'Italie, dont il reçu les médailles.

22. Labiole (Sylvain).

M. Labiole, âgé de 51 ans, est contremaître de la tôlerie à l'usine de Commentry (Allier), appartenant à la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry. Entré dans cette usine à l'âge de 8 ans en 1847, il devint chef lamineur en 1855, puis contremaître en 1863. Il compte 43 ans de bons services, s'étant toujours fait remarquer par sa bonne conduite et sa moralité.

23. Laforet (Simon).

M. Laforet, âgé de 61 ans, est entré à l'usine Saint-Jacques de Montluçon (Allier), en 1846, en qualité d'aide fondeur aux hauts fourneaux. Encore occupé dans la même usine aux gazogènes des fours Martin-Siemens, il compte 44 ans de bons services, n'ayant jamais donné que satisfaction à ses chefs par son assiduité au travail et sa bonne conduite.

24. Laprévôte (Aimé).

M. Laprévôte, né le 6 août 1828 à Briancourt (Haute-Saône), est entré à l'usine de M. Chameroy pour la fabrication des tuyaux le 8 mai 1853. Il compte 37 ans de bons services. Il occupe actuellement l'emploi de magasinier à l'usine de Paris et compte 37 ans de bons services, et il s'est toujours fait remarquer par sa bonne conduite et sa probité.

25. Lepeintre (Sylvain).

M. Lepeintre, ouvrier à la manufacture de chaussures de MM. Rousset à Blois, est dans cette maison depuis 38 années consécutives; c'est un travailleur modèle et de conduite exemplaire.

26. Luyt (Cyrille).

M. Luyt, ouvrier chocolatier chez MM. Saintoin frères à Orléans, est entré dans cette maison le 17 octobre 1855. Il compte ainsi 35 ans d'excellents services.

27. Masson (Joseph).

M. Masson, âgé de 72 ans, est entré en 1846 à la Société des Houillères d'Épinac (Saône-et-Loire). Il y est encore employé en qualité de charpentier et compte 44 années de bons services.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

28. Mathio (Pierre).

M. Mathio, âgé de 75 ans, est entré comme ouvrier à la Houillère des Ferrières, commune de Néris (Allier), en 1846. Il compte 45 ans de bons services, et s'est toujours fait remarquer par son application et sa bonne conduite.

29. Mélinat (François).

M. Mélinat, né à Montereau le 26 octobre 1833, est entré à la manufacture de faïences de Montereau le 7 janvier 1848. Il a débuté comme apprenti à l'atelier d'ébauche; il a ensuite passé à l'encasterie de biscuit en avril 1852, dont il est le chef depuis le 1er juillet 1870. Il compte 43 ans d'excellents services, s'étant toujours montré d'une conduite et d'une régularité exemplaires dans son travail.

30. Moreau (Pierre).

M. Moreau, âgé de 63 ans, est entré en 1847 à la Société des Houillères d'Épinac, où il est employé encore actuellement en qualité de boiseur. Il compte 43 années de services, et a pendant tout ce temps donné entière satisfaction à ses chefs par son travail et sa conduite.

31. Mottot (Denis).

M. Mottot, âgé de 64 ans, est employé comme chef tourneur à l'usine de Sainte-Colombe à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), où il est entré en 1842. D'une conduite et d'une régularité exemplaires, il compte 49 ans de très bons services.

32. Niez (Pierre).

M. Niez, né à Chalay (Nièvre) le 6 avril 1851, est entré le 27 mai 1856 aux anciens établissements Cail, à Paris, où il est actuellement employé comme ajusteur. C'est un ouvrier très dévoué et très capable qui compte 35 ans de bons services.

33. Peltier (Louis-Isidore).

M. Peltier est entré comme garde chez M. Chéramy père en 1835, et est resté depuis dans la famille remplissant toujours les mêmes fonctions. Ses maîtres n'ont jamais eu qu'à se louer de ses services; il a toujours administré depuis 55 ans les bois avec la plus parfaite honnêteté et intelligence.

34. Pluyaud (Antoine).

M. Pluyaud est un ouvrier habile qui est attaché au Conservatoire national des Arts et Métiers depuis 40 ans. Employé d'abord comme garçon de laboratoire de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Peligot, de 1851 à 1856, il fut un peu plus tard nommé concierge du Conservatoire, fonctions où il apporte un grand tact, une intelligente activité et un parfait dévouement. C'est en outre à lui qu'est confié l'entretien des canalisations de gaz de l'établissement et des nombreux appareils qui s'y rattachent.

35. Pouget (Antoine-Léopold).

M. Pouget, né le 9 octobre 1838 à Uzès (Gard), est entré aux ateliers du chemin de fer de Lyon à la Méditerranée, à Nîmes, le 18 août 1851, en qualité de tourneur. Le 1er octobre 1865, il est passé aux ateliers d'Arles. Depuis 39 années il a toujours rempli les obligations de son emploi avec zèle et exactitude. D'une conduite exemplaire, la médaille instituée par le ministre du commerce par le décret du 16 juillet 1886 lui a été décernée.

36. Poyen (Louis).

M. Poyen, né à Montereau le 7 septembre 1837, est entré à la manufacture de faïences de cette ville le 5 décembre 1849. Attaché d'abord comme apprenti, il devint mouleur d'assiettes en 1854. Il a toujours eu une conduite exemplaire depuis 42 ans qu'il est attaché à la faïencerie.

37. Révérend (Louis).

M. Révérend, entré à la fabrique de plumes Blanzy-Poure et C le 28 août 1853, y est actuellement employé comme contremaître cartonnier. C'est un employé, très zélé et d'une grande activité, qui compte 35 années de service.

38. Richard (Louis).

M. Richard, né à Redessan (Gard) le 18 octobre 1836, est entré à la Compagnie du chemin de fer de Lyon à la Méditerranée le 27 septembre 1853, comme apprenti ajusteur aux ateliers d'Arles. Le 22 juillet 1853, il est passé au service de la traction, en qualité d'ajusteur; puis il est devenu chef-monteur le 17 mai 1873 au dépôt de Lunel et contremaître de l'entretien le 1er mars 1876 au dépôt d'Alais, emploi qu'il occupe encore aujourd'hui. Pendant 38 ans il a toujours été très exact au travail et a toujours eu une conduite exemplaire.

39. Vincent (Alexandre).

M. Vincent, né à Montereau le 8 novembre 1836, est entré à la faïencerie de Montereau le 1er avril 1844 comme apprenti mouleur d'assiettes. Devenu ouvrier en 1852, il dut quitter pour faire son service militaire en 1856. Rentré à l'usine, il reprit son emploi et devint chef de l'atelier de moulage d'assiettes en 1865. Il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

compte 47 années de bons services et il s'est toujours fait estimer de ses supérieurs et respecter de ses subordonnés.

Ayant été musicien dans son régiment, il organisa en 1876 un orphéon dont ont partie bon nombre d'ouvriers de la manufacture.

En 1880, il a obtenu une mention honorable de sauvetage.

40. Vincent (Hippolyte).

M. Vincent est entré le 16 novembre 1848 à la fabrique de plumes de Blanzy-Poure et C^ie^. C'est un employé très actif et très laborieux, actuellement contremaître; il compte 42 ans d'excellents services.

41. Voisin (Auguste).

M. Voisin, né à Lecheraine (Haute-Savoie) le 8 mai 1826, est entré à la fabrique de tuyaux Chameroy à Paris le 8 avril 1854, où il est employé comme bitumier. Assidu à son travail et d'une excellente conduite, il compte 36 années de bons services.

42. Terrault (Louis).

M. Terrault, âgé de 64 ans, compte 46 années de services à la Société des Houillères d'Épinac (Saône-et-Loire). Employé comme boiseur, il a toujours fait preuve de régularité et d'intelligence dans son travail.

43. Tisserand (Auguste).

M. Tisserand, né à Creil (Oise) le 29 novembre 1818, est entré à la faïencerie de Creil le 23 août 1827. Entré comme apprenti mouleur d'assiettes, il passa à l'encasterie d'émail en 1835, où il est resté, et où il est actuellement premier chauffeur. Il compte 64 ans d'excellents services, se faisant remarquer par sa bonne conduite, son travail et sa grande expérience dans la cuisson d'émail.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 8 mai 1891.

Présidence de *M. Troost*, vice-président.

M. Jules Garçon, ingénieur-chimiste, rue de Provence, 36. — Essai de bibliographie générale et raisonnée du blanchiment et de la teinture, des impressions et des apprêts chimiques et des industries annexes. — Premier fascicule, 1890. (Arts chimiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Notice sur un moulin universel horizontal. (Arts mécaniques.)

M. Revin, ingénieur des arts et manufactures, à Avesnes-sur-Helpe (Nord). — Résumé d'un projet de plan incliné pour l'achèvement du canal de Panama. (Constructions et beaux-arts.)

M. Achille Thomas, ingénieur, Hôtel Continental, à Paris. — Application du gaz d'éclairage ordinaire comprimé, comme élément de force motrice appliqué à la locomotion, au transport ou au remorquage des voyageurs et des marchandises par voies de terre et par voies d'eau. (Arts mécaniques.)

M. Samain, ingénieur-constructeur, rue Saint-Amand, 12, à Paris. — Moteur hydraulique à dépense variable. (Arts mécaniques.)

M. Courtier, directeur de l'Album des chemins de fer, rue de Dunkerque, 43. — Album des chemins de fer composé de huit séries. — Album de machines : le *Cécile*, le *Fulton*, le *Caïman* et le *Requin*. — Album de marine de guerre espagnole : *Isabel II y Antonio de Ulloa*. — Album de tourelles cuirassées. (Arts mécaniques.)

M. Guy Chambaud, à Caudéran, Bordeaux (Gironde). — Mémoire sur l'emploi des lignites comme combustible au moyen de l'agglomération. (Arts chimiques.)

M. Eug. Mouline, à Vals-les-Bains. — Échantillons de pains confits. (Arts chimiques.)

M. Casalonga, président du syndicat des ingénieurs-conseils, annonce que ce syndicat célébrera le 26 mai le centenaire de la loi de janvier et mai 1791 relative aux inventions. Il demande, au nom de ses confrères, le patronage de la Société d'Encouragement. (Bureau.)

M. Gruner, ingénieur civil des mines, adresse les deux premières années du Bulletin du Comité permanent du Congrès international des accidents du travail, et les rapports qu'il a publiés du Congrès international des accidents du travail à l'Exposition universelle de 1889. 2 vol. (Commerce.)

M. Didelin, chef comptable à la maison Plon, libraire-éditeur, à Paris. — Appareil à calculer. (Arts économiques.)

M. Botteher, commissaire général de l'Exposition internationale du travail, faubourg Montmartre, 15, annonce que cette Exposition s'ouvrira de fin juillet à novembre 1891 aux Champs-Élysées, Palais de l'Industrie.

La *Société nationale d'horticulture* envoie le règlement du congrès d'horticulture de 1891, qui aura lieu du 20 au 25 mai.

M. Pottier, président de la Société agricole et horticole de l'arrondissement de Mantes, annonce que cette Société ouvrira une Exposition générale du 9 au 13 juillet. (Bureau.)

M. le Dr Jean Effront, à Bruxelles. — Mémoire sur l'emploi des fluorures dans la distillerie. (Arts chimiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Auguste Benoît, propriétaire à Tureins, commune de Châteauneuf-de-Rhône (Drôme), candidat au prix Meynot aîné père et fils. (Agriculture.)

M. Magnien, professeur départemental d'agriculture à Dijon, adresse des documents relatifs au service des champs d'expériences et de démonstration. (Agriculture.)

M. le Ministre de l'Instruction publique envoie le volume XXIV du Journal et des procès-verbaux de la Société Royale des Nouvelles-Galles du Sud.

M. Simon, membre du Conseil, fait don pour la bibliothèque : 1° De la conférence internationale de Bruxelles, 18 novembre 1889 — 2 juillet 1890; Protocoles et acte final ; et 2° de la correspondance diplomatique de cette même conférence, novembre 1889 — février 1891. (Bibliothèque.)

M. Gauthier-Villars, membre de la Société, fait don pour la bibliothèque du *Traité élémentaire de l'objectif photographique*, par E. Wallon, professeur au lycée Janson; 1 vol. in-8. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. (Bibliothèque.)

M. le Ministre de l'Intérieur fait don du Compte-rendu des opérations effectuées en 1887 par le service vicinal, présenté par M. Constans, ministre-secrétaire d'État au département de l'Intérieur. (Bibliothèque.)

M. le Secrétaire fait part à la Société de la perte qu'elle vient de faire en la personne d'un de ses membres, *M. Gustave-Alexandre Zédé*, directeur des constructions navales en retraite, vice-président des forges et chantiers de la Méditerranée.

M. le Président communique à la Société une lettre de *M. Gustave Roy*, membre du Conseil, par laquelle il annonce que les exposants de la classe 75 (viticulture) à l'Exposition universelle de 1889 ont laissé entre ses mains une somme qui montera à environ 5500 francs; ils la destinent, suivant sa proposition, à fonder un prix à la Société d'Encouragement à délivrer tous les dix ans à celui qui aurait, par ses travaux ou son exemple, contribué le plus efficacement au développement ou aux progrès de la viticulture en France.

M. le Président exprime aux exposants de la classe 75 et à M. Gustave Roy les remerciements de la Société pour cette généreuse donation qui est acceptée avec reconnaissance, et charge la commission des fonds d'en établir, de concert avec M. Roy, la réglementation définitive.

Nomination d'un candidat au titre de membre de la Société. — Est nommé membre de la Société, *M. Frey*, ingénieur-mécanicien, à Paris, présenté par *M. Lecœuvre*.

Rapport. — *Courroie de sûreté. — M. le colonel Pierre* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur une courroie de sûreté de *M. Chevillard*, rue des Trois-Frères, 28. Cette courroie se compose de deux bandes de cuir d'épaisseur moyenne, appliquées l'une sur l'autre et réunies par des coutures faites le long des bords. Deux lames d'acier très souples de 3 millimètres environ

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de largeur sur un demi-millimètre d'épaisseur sont introduites entre les deux bandes de cuir dont elles occupent toute la longueur; elles y sont maintenues par leurs bouts repliés en agrafe. Si d'un violent coup d'instrument tranchant, on essaie de couper la courroie, les deux bandes d'acier sont refoulées sur le bord opposé à celui sur lequel agit le tranchant et y opposent une résistance assez difficile à vaincre, pour que la secousse ressentie par le porteur de la sacoche l'avertisse immédiatement de la tentative du voleur.

Le Comité pense qu'il est utile de faire connaître l'invention de M. Chevillard et propose au Conseil d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*, avec une gravure sur bois donnant le dessin de la courroie.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Blanchiment électro-chimique.* — *M. Hermite* présente son procédé breveté du blanchissage électro-chimique.

Le procédé repose sur le principe suivant. Dans un appareil convenable, appelé électrolyseur, on électrolyse une dissolution composée de :

Eau	1000 litres.
Chlorure de sodium	50 kilog.
Chlorure de magnésium	5 —

On ajoute à ce bain une petite quantité d'hydrate de magnésie, et à l'aide d'une pompe rotative, on le fait constamment circuler dans l'électrolyseur où passe le courant électrique fourni par une dynamo. Sous l'action du courant il se forme un composé oxygéné du chlore doué d'un grand pouvoir décolorant; quand la dissolution est arrivée à un certain titre, on l'envoie sur les matières à blanchir placées dans les appareils ordinaires de blanchiment et on le ramène dans les électrolyseurs après action sur les fibres textiles : de cette façon le pouvoir décolorant du bain est constamment régénéré et la seule perte du bain est celle qui résulte de la quantité de liquide restée dans les matières textiles après tordage ou compression.

L'électrolyseur consiste en une cuve en fonte galvanisée, ayant à la partie intérieure un tube perforé d'une quantité de trous et muni d'un robinet en zinc. C'est par ce tube que la dissolution entre dans l'électrolyseur. Le haut de la boîte, en fonte galvanisée, est muni d'un rebord formant canal; le liquide déborde dans ce canal et s'en va par un tuyau. On obtient ainsi une circulation continuelle.

Les électrodes négatives sont formées par un certain nombre de disques en zinc montés sur deux arbres qui tournent lentement.

Entre chaque paire de disques en zinc sont placées les électrodes positives, dont la surface active est constituée par la toile de platine maintenue par un cadre en ébonite, qui donne la raideur nécessaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La partie supérieure des toiles de platine est soudée à une pièce de plomb et parfaitement isolée.

Chaque cadre ou électrode positive communique par la pièce de plomb à une barre de cuivre qui traverse l'électrolyseur; le contact est fait au moyen d'un écrou, et chaque électrode peut être enlevée en marche sans gêner le bon fonctionnement de l'appareil.

Cette barre de cuivre, à laquelle sont fixées les électrodes positives, est en communication avec le pôle positif de la dynamo.

Le courant est distribué dans toutes les électrodes de platine d'où il passe, en traversant le liquide, aux disques de zinc formant électrodes négatives, et communiquant, par la boîte en fonte, avec le pôle négatif de la dynamo.

Afin de maintenir les électrodes négatives parfaitement propres, des couteaux flexibles en ébonite sont placés sur les plaques positives, ces couteaux pressent contre les disques en zinc, et comme ces disques tournent lentement, tout dépôt se trouve détaché.

A la partie inférieure de la boîte en fonte se trouve une porte que l'on peut ouvrir pour le nettoyage; un robinet permet de vider l'appareil quand c'est nécessaire.

Quand on emploie plusieurs électrolyseurs, on les monte en tension, c'est-à-dire que l'on fait communiquer le pôle positif du premier avec le pôle négatif du second et ainsi de suite.

On fait généralement passer dans les électrolyseurs un courant électrique de 1 000 à 1 200 ampères avec une force électro-motrice de 5 volts.

Des instruments de mesure, robustes et simples, placés dans le circuit, permettent à chaque instant de se rendre compte de la bonne marche et de la force absorbée.

Le procédé Hermite a été adopté en France par MM. Darblay père et fils, Ch. de Montgolfier et C^ie^, Lacroix et C^ie^, Corbin et C^ie^, et H. de Mauduit et C^ie^, et est en montage dans d'autres usines.

La quantité de pâte à papier sèche blanchie par jour à l'aide du procédé Hermite s'élève actuellement à plus de 25 000 kilog.

L'économie réalisée par ce procédé est énorme, comme on peut s'en rendre compte par les chiffres suivants :

Un électrolyseur du système Hermite produit en 24 heures l'équivalent de 100 kilog. de chlorure de chaux sec, en employant au maximum 10 chevaux de force (effectifs).

Le chlorure de chaux vaut actuellement en France de 20 à 22 francs les 100 kilog. rendu *franco* dans les usines.

Voyons à quel prix on obtient l'équivalent de ces 100 kilog. de chlorure de chaux :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Dans les usines possédant la force hydraulique;
2° Dans les usines qui n'ont que la force vapeur.

1° Usines à force hydraulique.

10 chevaux de force hydraulique pendant 24 heures.		*Mémoire.*
Sel marin, 30 kilos à 5 francs les 100 kilos	Fr.	1,50
Chlorure de magnésium, 6 kilos à 12 francs les 100 kilos		0,72
Amortissement du matériel électrique (dynamo-électrolyseur), soit 1000 francs par an		3 »
TOTAL. .		5,22

Le même personnel qui fait le blanchiment au chlorure de chaux sert au blanchiment électrique, il n'y a pas à compter de main-d'œuvre.

On obtient donc par le procédé Hermite, et pour une dépense totale de 5 fr. 22 c., le même résultat blanchissant qu'avec 100 kilog. de chlorure de chaux coûtant actuellement 20 à 22 francs, soit une économie de 80 p. 100.

Ces chiffres sont basés sur une période industrielle de deux années.

2° Usines à force vapeur.

10 chevaux de force vapeur pendant 24 heures, soit 240 kilos charbon à 20 francs	Fr.	4,80
Sel marin, 30 kilos à 5 francs		1,50
Chlorure de magnésium, 6 kilos à 12 francs		0,72
Amortissement du matériel électrique (dynamo et électrolyseur), soit 1000 francs		3 »
TOTAL. . .		10,02

La main-d'œuvre est la même que pour le blanchiment au chlorure de chaux.

Nous obtenons donc avec la force vapeur, pour une dépense totale de 10 fr. 02, l'équivalent de 100 kilog. chlorure de chaux qui coûtent 20 à 22 francs par 100 kilog., soit plus de 50 p. 100 d'économie.

Suivant les localités, le charbon peut coûter 25 à 30 francs la tonne; mais généralement, dans les localités où le charbon est cher, le chlorure de chaux coûte au moins 22 francs les 100 kilog. et en répétant le calcul ci-dessus avec le charbon à 30 francs la tonne, on trouve encore plus de 40 p. 100 d'économie.

Dans les usines où l'on fait le blanchiment à chaud des pâtes de bois et de paille, l'économie est encore bien plus considérable, car le blanchiment se fait toujours à froid par le système Hermite.

Pour obtenir de beaux blancs avec des pâtes de sapin chimique ou de paille, on maintient ordinairement la pâte dans la pile blanchisseuse environ 18 heures à 30° C. Or il est facile de calculer que, pour maintenir cette température dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les conditions les plus favorables, il faut brûler de 168 à 180 kilog. de charbon par 100 kilog. de pâte délayée dans environ 3000 litres de liquide.

Partant, le prix de revient du blanchiment à 30° de 600 kilog. de pâte de sapin chimique par le chlorure de chaux, est :

100 kilos chlorure de chaux à 20 francs	Fr.	20 »
160 kilos charbon à 20 francs la tonne		3,20
TOTAL	Fr.	23,20

Le prix de revient du blanchiment à froid de 500 kilog. de pâte de sapin chimique par le procédé Hermite, est :

10 chevaux pendant 24 heures, soit 240 kilos de charbon à 20 francs la tonne	Fr.	4,80
Sel marin, 30 kilos à 5 francs		1,50
Chlorure de magnésium, 6 kilos à 12 francs les 100 kilos		0,72
TOTAL	Fr.	7,02

Soit une économie de 32 fr. 36 par tonne de pâte de sapin chimique, ou une économie totale de 70 p. 100 sur le chlorure de chaux.

Chacun peut à présent, sur cette grande économie, attribuer la somme qu'il jugera convenable pour l'amortissement du matériel qui s'use très peu et dans lequel entre pour une forte somme du platine qui conserve toujours sa valeur intrinsèque.

Il est bien entendu que chaque industriel devra modifier nos calculs suivant les prix payés pour le charbon et le chlorure de chaux, mais on trouvera que l'économie ressortira toujours énorme.

M. le Président remercie *M. Hermite* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques.

Habitations ouvrières parisiennes de Clichy et de Saint-Denis. — M. Émile Cacheux rend compte des heureux résultats obtenus par les nombreuses personnes qui se sont occupées de l'amélioration des petits logements. Ces résultats auraient été bien plus considérables si les charges qui grèvent les petites propriétés étaient réparties plus équitablement.

Ainsi les dépenses relatives à la fourniture d'eau potable, à l'évacuation des eaux ménagères et à l'enlèvement des vidanges s'élèvent dans certains cas à 50 p. 100 de la valeur du loyer d'une petite maison, tandis que, dans le cas de grands immeubles, elles n'atteignent pas la dixième partie de leur produit.

M. Cacheux indique les mesures qui devraient être prises par le gouvernement, les municipalités, les sociétés savantes et les personnes compétentes pour décider les spéculateurs à s'occuper de la construction de petits logements, de façon à les mettre à la disposition des travailleurs à un prix modique. Plu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs constructeurs ont réussi à trouver la solution du problème dans quelques cas particuliers. M. Driessens, à Saint-Denis, vend des maisons clefs en main à raison de 4 000 francs. Ces maisons sont à un étage ; elles contiennent quatre pièces. M. Fouquiau construit à Paris des maisons un peu plus confortables, munies du tout à l'égout ; il les vend moyennant le paiement d'une annuité dont la valeur est inférieure à celle du loyer d'un logement de même surface. MM. Carré, grâce à la fabrication, sur place, de briques en béton, a pu me livrer, clefs en main, les dix premières maisons que j'ai cédées à la Société de Passy-Auteuil, à prix coûtant, c'est-à-dire au prix de 36 000 francs.

Enfin M. de Versin, architecte, a su tirer parti des vieux rails de chemins de fer pour établir des maisons à rez-de-chaussée, surmonté de quatre étages carrés, moyennant le prix de 350 francs le mètre superficiel.

S'il a été beaucoup fait au point de vue de l'amélioration des petits logements, il reste encore beaucoup plus à faire.

J'ai essayé, pendant plusieurs années, de fonder une « building society » ; j'ai publié à cet effet, avec M. E. Muller, l'ouvrage intitulé *les Habitations ouvrières en tous pays;* j'ai construit des types de maisons dont j'ai donné les plans dans l'*Économiste pratique*, et dans le compte-rendu des habitations ouvrières exposées en 1889 ; mais j'ai échoué dans toutes mes tentatives de constituer une société qui réaliserait en grand ce que j'ai réussi en petit, savoir : rendre le locataire propriétaire d'une maison par le paiement de son loyer. J'ai abandonné mon projet de « building society », car le Crédit foncier prête aujourd'hui de l'argent, au taux de 4 1/2 p. 100 l'an sur des maisons ouvrières lorsqu'on lui donne un supplément de garantie. Des banques suisses prêtent à Paris de l'argent dans des conditions plus favorables que notre grand établissement privilégié. Une société vient de se constituer dernièrement pour construire à Saint-Denis des habitations économiques modèles. J'ai été chargé par le comité d'organisation de faire un avant-projet sur ce qu'il y aurait lieu de tenter. J'ai commencé par faire une enquête qui m'a démontré que la mortalité, au lieu d'être de 20 p. 100, variait de 30 à 40 p. 100 dans les quartiers ouvriers de la ville, et que les petits logements étaient dans un état déplorable. Après examen des quartiers où le besoin des petits logements se faisait le plus vivement sentir, j'ai conclu en disant qu'il faudrait faire une maison modèle à étages et une cité de petites maisons pour une famille. Mon projet sera mis à exécution dès que la Société aura réuni 400 000 francs. Jusqu'à présent nous n'avons pu faire souscrire que 500 actions de 500 francs.

Nous espérons qu'en raison de l'utilité de l'œuvre, nous obtiendrons bientôt l'argent qui nous est nécessaire pour commencer nos travaux. Les administrateurs exercent gratuitement leurs fonctions, mais les actionnaires ont droit à un dividende limité à 4 p. 100. Beaucoup d'avantages sont offerts à la Société. Le département met à sa disposition du terrain à prix réduit. Ce terrain est situé à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

côté de la mairie : il provient de l'aliénation du dépôt de mendicité. Il conviendrait merveilleusement pour faire une maison à étages. Le terrain pour faire une cité serait fourni à prix de revient, soit par la Compagnie du gaz, soit M. Driessens.

Une autre œuvre qui mérite d'être soutenue par la Société d'Encouragement, c'est celle de M. Verberckmoëss, qui a fait l'acquisition d'un terrain de 100 000 mètres sis à Clichy. Ce terrain était couvert de constructions dans un état abominable. M. Verberckmoëss a fait place nette, puis il a percé des rues, donné du terrain pour construire des écoles, cédé à bas prix le sol nécessaire pour édifier une église, et enfin il a construit cinq maisons à étages, divisées en petits logements loués de façon à rapporter 4 p. 100 l'an. Les logements sont propres, parfaitement tenus et loués à très bon compte.

M. Verberckmoëss s'est adressé au Crédit foncier, pour augmenter l'importance de ses résultats. Cet établissement n'a voulu prêter qu'au taux de 4 1/2 p. 100 l'an une somme égale au tiers de la valeur des immeubles. Dans ces conditions, M. Verberckmoëss a cherché à constituer une société au capital d'un million dont les actionnaires toucheraient un dividende de 4 p. 100. Avec ce capital et le montant d'obligations d'une valeur égale, la société pourrait utiliser, en le couvrant de maisons saines, salubres et économiques, un terrain d'une surface de 10 000 mètres de terrain fourni par M. Verberckmoëss à prix coûtant.

La Société française des habitations à bon marché qui, malgré sa création récente, a été déclarée d'utilité publique, a provoqué la formation de la Société de Saint-Denis en organisant un concours qui a donné lieu à l'exposition de quarante-huit projets dans une des salles de l'Hôtel de Ville; elle a de même avantagé M. Verberckmoëss en publiant, dans son *Bulletin*, le rapport que l'on fait sur les constructions élevées par M. Verberckmoëss; elle continue à provoquer l'amélioration des petits logements en invitant les personnes de bonne volonté à s'unir à elle. A cet effet, elle a organisé un deuxième concours qui a pour objet : 1° de déterminer dans un rayon délimité l'état des petits logements; 2° de donner les plans des maisons qu'il faudrait construire pour loger convenablement les habitants; 3° d'étudier les moyens de trouver les capitaux nécessaires pour mettre les plans à exécution.

Des prix d'une valeur de 5 000 francs ont été mis à la disposition du jury chargé d'examiner les projets qui devront être remis, avant le 30 décembre 1891, au siège de la Société, 15, rue de la Ville-Lévêque.

M. le Président remercie *M. Cacheux* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité du commerce et à celui des constructions et beaux-arts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance générale du 22 mai 1891.

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1891

Présidence de *M. Troost,* membre de l'Institut, vice-président.

Le fauteuil de la présidence est occupé par *M. Troost*, membre de l'Institut, vice-président de la Société. A ses côtés siègent *MM. le général Sebert*, vice-président, et *Lavollée*, vice-président honoraire; *Collignon* et *Aimé Girard*, secrétaire de la Société.

M. le Président ouvre la séance et prononce le discours d'usage. (Voir le *Bulletin*, p. 350.)

DISTRIBUTION DES PRIX ET MÉDAILLES. — *Grande médaille des arts chimiques.* — Le Conseil d'administration de la Société, sur la proposition du Comité des arts chimiques sur le rapport de *M. Troost,* décerne, pour 1891, la *grande médaille des arts chimiques*, à l'effigie de Lavoisier, à *M. Ernest Solvay*, fabricant de produits chimiques, à Bruxelles.

Prix *pour les ouvriers des fabriques de produits chimiques.* — Le prix pour 1891 est attribué, sur le rapport de *M. Aimé Girard*, à *M. Antoine Verbecq*, ouvrier depuis cinquante-cinq ans aux manufactures de produits chimiques du Nord (établissements Kuhlmann), à Lille.

Prix de 3000 francs (*arts mécaniques*). — Un prix exceptionnel de 3000 francs, sur le rapport de *M. Hirsch*, est décerné, en 1891, à *M. Beau de Rochas*, pour son invention du cycle à quatre temps appliqué aux moteurs à gaz.

Prix de 3000 francs *pour une étude scientifique des propriétés des divers produits hydrauliques.* — Le prix, sur le rapport de *M. Le Châtelier*, est décerné, en 1891, à *M. Candlot*, chimiste de la Société des ciments français de Boulogne-sur-Mer.

Prix de 4000 francs *pour une publication utile à l'industrie chimique ou métallurgique.* — Un prix de 2500 francs, sur le rapport de *M. Jordan*, est décerné à *M. Henri Howe*, ingénieur des mines, à Boston (États-Unis d'Amérique).

Un prix de 1000 francs, sur le rapport de *M. Carnot,* est décerné à *M. Louis Knab,* ingénieur, à Paris.

Prix de 2000 francs *pour l'utilisation des tourbes françaises en agriculture.* — Le prix, sur le rapport de *M. Muntz,* est décerné, en 1891, à *M. Hitier*, répétiteur à l'Institut national agronomique, à Paris.

Prix de 2000 francs *pour le reboisement et le gazonnement des terres incultes des montagnes.* — Le prix, sur le rapport de *M. Demontzey,* est décerné à *M. Benoist d'Entrevaux*, à Saint-Priest (Ardèche).

Une médaille d'or est décernée à *M. Arthur Noël,* inspecteur des forêts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prix de 1 000 francs *pour la conservation des pommes de terre.* — Le prix, sur le rapport de *M. Prillieux*, est décerné à *M. Schribaux*, professeur à l'Institut agronomique.

Prix de 2 000 francs *pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale d'une province ou d'un département.* — Le prix, sur le rapport de *M. Risler*, est partagé de la manière suivante :

M. Mesnault, inspecteur général de l'agriculture, à Angerville. 1 000 francs.

M. Briot, inspecteur des forêts, à Chambéry. . . . . 1 000 —

I. *Médailles décernées par la Société pour des inventions ou des perfectionnements aux arts industriels.* (Voir le *Bulletin*, p. 382.)

II. *Contremaîtres et ouvriers auxquels ont été décernées des médailles d'encouragement.* (Voir le *Bulletin*, p. 391.)

BIBLIOGRAPHIE

ANNÉE INDUSTRIELLE (5e année), PAR MAX DE NANSOUTY.

(Bernard Tignol, éditeur. Paris, 1891.)

Le cinquième volume de l'*Année industrielle* de M. Max de Nansouty, rédacteur en chef du *Génie civil,* vient de paraître et présente autant d'intérêt que ses devanciers. Électricité, magnétisme, métallurgie, travaux publics, constructions, etc., tout ce qui a donné lieu, dans le courant de l'année, à un événement technique intéressant, est traité par l'auteur avec clarté et précision et sous une forme agréable qui rend la lecture de son ouvrage très attachante et instructive.

L'*Année industrielle* aura certainement cette année, comme les années précédentes, un très grand succès.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typ. Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 27747

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. AOUT 1891

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. HEUZÉ, *au nom du Comité d'agriculture, sur l'*OUVRAGE *de* M. HENRY MARCHAND, *intitulé :* « TU SERAS AGRICULTEUR. »

Dans ces dernières années, on a publié un grand nombre de livres pour l'enseignement de l'agriculture dans les écoles primaires. Malheureusement la plupart de ces ouvrages sont trop spéciaux pour qu'on puisse les regarder comme des livres de lecture à la fois attrayants et instructifs. C'est pourquoi le plus ordinairement, par suite de l'aridité de leur texte, les enfants les lisent sans les comprendre ou sans retenir les idées justes qu'on a voulu graver dans leur mémoire.

L'ouvrage que vient de publier M. Marchand, chef de bureau au ministère de l'agriculture, sous le titre : *Tu seras agriculteur,* n'a pas le défaut qu'on est en droit de reprocher aux livres qui l'ont précédé. Dans le but d'intéresser ses jeunes lecteurs aux travaux de la vie agricole et de leur faire comprendre la nécessité, pour les petits et moyens cultivateurs, de ne pas suivre les anciens errements, M. Marchand s'est imposé la tâche d'esquisser la vie laborieuse d'une honnête famille agricole qui, après un travail incessant, mais réfléchi, intelligent et progressif, est parvenu à une honorable aisance.

Ce n'est pas sans émotion qu'on suit cette famille dans sa carrière agricole, mais on est très heureux de constater que le principal acteur de cette intéressante histoire trouve un jour une fiancée digne de lui et de l'excellente exploitation qu'il dirige et qu'il a améliorée.

M. Marchand ne s'est pas borné, dans son utile ouvrage, à signaler, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps opportun, les bienfaits de l'instruction, les connaissances théoriques et pratiques que les jeunes gens puisent dans les écoles d'agriculture pratique, l'influence que les comices agricoles exercent sur les progrès agricoles, l'utilité du drainage et des instruments perfectionnés, les bonnes dispositions que doivent présenter les bâtiments ruraux et surtout les laiteries et les fromageries, etc. ; tout en indiquant les perfectionnements que demande la culture dans un grand nombre de situations, pour être lucrative, il mentionne les péripéties de la vie rurale et fait voir très heureusement les défauts de ceux qui se font encore les défenseurs de la routine, de la paresse et de l'ivrognerie. Les caractères divers des personnages qu'il met en scène sont très heureusement esquissés et rendent la lecture du livre très attrayante, parce que, à côté du travailleur honnête, il a placé des jeunes gens dont le dévouement pour leur pays et la société est au-dessus de tout éloge.

Je ne poursuivrai pas ce compte rendu. Je me bornerai à rappeler que ce livre, d'une parfaite moralité, a valu à son auteur un prix de 500 francs de la part de l'Académie française. Le vif plaisir qu'on prend à sa lecture confirme bien cette haute récompense.

Votre Comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer de remercier M. Marchand de son très intéressant ouvrage et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : GUSTAVE HEUZÉ, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 *avril* 1891.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. BUNEL, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur les* OBJETS EN LIÈGE AGGLOMÉRÉ *de* M. GIRARD DE VASSON.

MESSIEURS,

M. Girard de Vasson a présenté à la Société d'Encouragement divers produits de la Société *la Subérine*, dont les ateliers sont situés boulevard de Vaugirard, 8.

La base de tous ces produits est le liège concassé et pulvérisé et, suivant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les grosseurs des poudres obtenues par le concassage, le broyage et la pulvérisation des déchets de liège, jusqu'à ce jour sans emploi dans l'industrie, les applications sont très diverses.

Les poudres les plus fines, par exemple (dites 140 à 200, parce qu'elles passent à travers un tamis ayant ce nombre de fils au pouce carré), sont utilisées, dans la pharmacie et la droguerie, soit comme véhicules des agents antiseptiques, soit comme succédanés du lycopode. Les poudres 100, 60 et même le n° 20 servent, en s'amalgamant au plâtre, à produire un staff plus léger et plus résistant que le staff ordinaire aux intempéries de l'atmosphère.

Quant aux poudres les plus grosses et aux déchets concassés, agglomérés au plâtre et à d'autres substances et moulés sous forme de briques et de carreaux dans des cadres en bois, puis séchés en partie à l'étuve et partie à l'air libre, elles constituent un nouveau produit industriel qui depuis quelques années a reçu de nombreuses applications. Ces carreaux et ces briques sont : 1° mauvais conducteurs de la chaleur et du froid; 2° mauvais conducteurs du son; 3° presque aussi légers que le liège naturel; 4° enfin, ils sont ininflammables et à peu près incombustibles.

Dans les constructions civiles et industrielles, ces produits sont employés avec avantage depuis quelques années pour le hourdis des planchers et des plafonds, la construction des murs de refend, des cloisons légères, des revêtements des mansardes, des toitures de filature, des glacières, séchoirs, étuves, etc. L'enduit en plâtre ou en mortier adhère très bien sur ces briques et ces carreaux se font de toutes dimensions, jusqu'à 0,70 de longueur et 0,05 à 0,11 d'épaisseur.

Enfin le liège concassé peut être aussi employé dans la confection des bétons en les agglomérant avec du mortier de chaux ou du ciment.

L'industrie des agglomérés de liège n'est pas d'origne française : les premières briquettes ont été importées d'Allemagne, fabriquées avec les déchets de nos fabriques de bouchons. L'introduction de cette nouvelle industrie dans notre pays ne peut donc qu'être accueillie favorablement par la Société d'Encouragement : aussi votre Comité des constructions et beaux-arts a l'honneur de vous proposer de remercier M. Girard de Vasson de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : Bunel, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *avril* 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur le* VOLANT CARDEUR POUR COTON ET LA GRILLE PERFECTIONNÉE A BARREAUX RÉGLABLES, *de* M. AUGUSTE KIRSCHNER, *directeur des filatures de la Société cotonnière, à Saint-Etienne-du-Rouvray (Seine-Inférieure).*

MESSIEURS,

La Société d'Encouragement s'est occupée, à diverses époques, du battage des cotons et des moyens de substituer l'action d'aiguilles plus ou moins fines et nombreuses aux chocs violents des organes frappeurs.

« Les machines à chocs dont on se sert pour nettoyer et éplucher toutes « les espèces de cotons, sauf les longues soies, sont critiquées avec raison « quoique généralement en usage, » — écrivait Michel Alcan, dès 1859, au début de son rapport sur le *batteur cardeur* de M. Leyherr (1). — « Comment, « ajoutait-il, l'action des frappeurs qui fait vibrer toutes les parties de la « machine et ébranle les ateliers, ne détériorerait-elle pas plus ou moins « les fibres déliées qui y sont directement exposées? »

Lors de notre rapport sur l'*express-carde* (2), nous avons eu occasion de signaler de nouveau les inconvénients des batteurs ordinaires et les motifs qui avaient déterminé M. Georges Risler à employer des aiguilles au lieu de battes.

Comme ses devanciers, M. Auguste Kirschner, dans une note qu'il vous a adressée, constate « l'action préjudiciable d'un travail de percussion dont « la violence est attestée par un bruit caractéristique... L'action répétée des « volants, écrit ce filateur, a pour effet d'emmêler davantage les fibres, ce « qui rend le travail des cardes plus difficile.

« L'organe rationnel pour effectuer un parfait travail de démêlage pré- « paratoire est le peigne cylindrique à grosses aiguilles, appelé dans ce cas « *tambour à pointes*. Le travail de cet organe, pour être complet, doit se « répéter plusieurs fois comme celui des volants, et la finesse des garni- « tures doit être progressive. Les aiguilles de ces tambours divisent la masse

(1) *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. 1860, 2e série, t. VII, p. 326.

(2) *Bulletin* de la Société d'Encouragement. 1886, p. 449.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« des fibres, les agitent et facilitent le départ des corps étrangers que leur « densité fait tomber à travers la grille appliquée à la suite de l'appareil ali- « mentaire. *Mais cet organe n'est pas sans présenter de sérieux inconvénients « de nature à compromettre le résultat final.* »

Après avoir reconnu les *desiderata* des deux systèmes, M. Kirschner est arrivé à une solution qui, au premier examen, semble paradoxale : il utilise, en effet, le volant à battes, c'est-à-dire les organes de percussion évoluant à grande vitesse et il arme les règles du volant, de dents ou aiguilles. La contradiction, cependant, est surtout apparente comme le démontrent les explications fournies par M. Kirschner à l'appui de sa méthode.

Suivant ce praticien, les inventeurs qui ont remplacé les volants à règles par des tambours à aiguilles, ont eu le tort de vouloir obtenir la division des filaments en une seule opération. La transformation immédiate d'une masse de filaments très enchevêtrés en nappe à fibres très divisées exige l'intervention d'un nombre exagéré de pointes qui s'engagent profondément dans le coton et qui, par des contacts multipliés, le démêlent sans doute, mais aux dépens de la résistance et de l'élasticité du produit.

Avec le système breveté par M. Kirschner, l'assortiment des batteurs successifs (batteur étaleur, batteur intermédiaire et batteur finisseur) est conservé ; chaque règle de volant porte une traverse en bois solidement boulonnée, sur laquelle se fixent deux douves garnies de plusieurs rangées de pointes. L'inclinaison, la répartition, la grosseur de ces aiguilles ont été étudiées pour en faciliter la pénétration à travers les fibres.

Non seulement le total des pointes mises en contact avec les filaments pendant les divers battages est inférieur, par kilogramme de coton, au nombre d'aiguilles des autres appareils, mais les pointes plus fines et plus nombreuses du batteur finisseur, agissant sur une matière déjà divisée par les organes du batteur intermédiaire, ménagent les fibres davantage.

Deux autres causes contribuent au bon rendement du *volant cardeur* : *a*) la ventilation, et *b*) le réglage.

a). Les bras du volant sont recouverts d'une tôle, qui empêche l'enroulement du coton et facilite la projection des filaments contre les tambours à claire-voie, destinés à l'extraction des poussières. De plus, la couverture du volant est percée, sur les côtés et de face (à une petite distance de l'alimentation), de nombreuses ouvertures que des volets à coulisse permettent de masquer ou de découvrir suivant besoin. Dans le cas où l'aspiration du volant à travers les barreaux de la grille est trop forte, il suffit d'augmenter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'afflux d'air sur les côtés ; si, au contraire, cette entrée d'air détermine l'entraînement de bons filaments, si les déchets sont trop gras, il est également facile de réduire les ouvertures correspondantes.

b). Habituellement les tambours à aiguilles sont réglés à 1 millimètre de l'alimentation, c'est-à-dire que l'écartement entre l'appareil qui fournit le coton à épurer et le tambour qui doit le diviser, est de 1 millimètre seulement. Avec le volant cardeur, le réglage diffère peu de celui des batteurs ordinaires, l'écartement varie entre 4 et 6 millimètres suivant le mode d'alimentation. La raison en est qu'au lieu d'agir par continuité, le volant cardeur détache le coton par coups de peigne énergiques.

Les considérations théoriques de M. Kirschner se sont trouvées confirmées par les essais comparatifs que cet inventeur poursuit depuis plusieurs mois et lui ont permis de constater, pour les produits obtenus avec les batteurs transformés, un supplément de résistance et d'élasticité en même temps qu'une atténuation appréciable de déchet.

Ce dernier résultat peut être partiellement attribué au perfectionnement de la grille à barreaux réglables, que M. Kirschner a également soumis à l'examen de la Société d'Encouragement. Les principaux inconvénients des grilles ordinairement employées résultent de la torsion et de la flexion des barreaux au moment du serrage. M. Kirschner y remédie : 1° en interposant entre le tourillon du barreau et la vis de pression une pièce métallique qui empêche la déformation du tourillon et en assure la fixité ; 2° en effectuant le serrage sur un côté de la machine et laissant libres les tourillons de l'autre bord.

Les perfectionnements dont nous avons l'honneur de vous entretenir, méritent d'autant plus d'être connus, que l'essai et l'adoption de ces moyens entraînent à des transformations peu onéreuses de l'outillage existant.

En conséquence, votre Comité des arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier M. Kirschner de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion au *Bulletin* du présent rapport avec une planche de dessins et une légende explicative.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *juin* 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 65 REPRÉSENTANT LE VOLANT CARDEUR DE M. A. KIRSCHNER.

Fig. 1. — Coupe verticale du volant cardeur.
Fig. 2. — Vue latérale du couvercle.
Fig. 3. — Vue de l'arrière du couvercle.
Fig. 4. — Détails de la grille.

A,A, Traverses en bois boulonnées sur les règles du volant.

d,.. *d'*,.. Douves garnies de plusieurs rangées de pointes.

f,*f'*, *g*, Tôles servant à régler l'entrée de l'air.

p, *p'*, *p''*, *p'''*, Ouvertures pratiquées à l'arrière du couvercle.

t, *t'*, *t''*, Ouvertures pratiquées dans les côtés du même couvercle.

M, M, Bâti du batteur.

N, N, Cornières en fonte circulaires, boulonnées sur les côtés du bâti.

O, Support de barreau fixé sur la cornière correspondante par l'écrou *e* de la vis *v*.

P, Support du même barreau fixé sur la cornière opposée par la vis *b*.

S, Pièce cylindrique en cuivre, interposée (du côté où s'effectue le serrage) entre l'extrémité de la vis *v* et le tourillon pour éviter la déformation du dernier et assurer la fixité du barreau B.

T, T, Tôles recouvrant les traverses A et les bras du volant.

h, Tôle de fermeture du dernier barreau de la grille.

X, *x*, Tôles de recouvrement des vis de réglage et des supports O, P.

U, V, Y, Z, Garnitures (demi-grandeur) pour douves de volant cardeur.

COMMERCE

STATISTIQUE INDUSTRIELLE EN ITALIE, PAR LE COMMANDEUR BODIO, CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ (1)

La statistique industrielle est pour ainsi dire à peine ébauchée en Italie. Les difficultés que présente ce travail sont incomparablement plus grandes que celles que l'on rencontre en dressant les statistiques administratives : ces dernières, en effet, tirent leurs éléments des registres des offices publics, tandis que pour obtenir des renseignements sur les diverses fabrications industrielles, sur les machines, le nombre d'ouvriers occupés, la qualité et la quantité de la matière

(1) *Di alcuni indice misuratori del movimento economico in Italia* (fasc. in 4°, Roma, 1891). — Reale accademia dei Lincei, anno 1889.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

première employée et des produits obtenus, il faut solliciter la collaboration gratuite des fabricants.

Le travail se poursuit cependant, malgré tous les obstacles et la défiance des chefs d'usine interrogés; mais il est actuellement trop incomplet et trop de données manquent encore pour que l'on puisse aborder les monographies de produits, en réunissant, par exemple, les renseignements statistiques relatifs à la soie, à la laine, au coton, etc.; aussi, a-t-on groupé provisoirement les résultats obtenus par province. Aujourd'hui 32 de ces monographies provinciales sont publiées. Elles sont relatives à Alexandrie, Ancône, Arezzo, Avellino, Bénévent, Bologne, Cagliari, Campobasso, Caserte, Catagne, Crémone, Cuneo, Ferrare, Forli, Livorno, Lucca, Mantoue, Novara, Padoue, Parme, Porto Maurizio, Ravenne, Rovigo, Salerne, Sassari, Sondrio, Turin, Trévise, Udine, Venise, Vérone et Vicenza.

Consommation de la houille. — En attendant la statistique complète, étendue à toutes les provinces, qui permettra de dresser les monographies de produits, on peut déjà noter le progrès advenu dans la consommation de la houille et l'usage toujours croissant des moteurs à vapeur et hydrauliques :

ANNÉES.	PRODUCTION DES LIGNITES EN ITALIE.	IMPORTATION DE LA HOUILLE.
	tonnes.	tonnes.
1871.	80336	791389
1876.	116399	1454223
1881.	134582	2073315
1886.	243325	2927092
1887.	327665	3583143
1888.	366794	3872905

A la production nationale des lignites, on doit ajouter celle de la tourbe (environ 30000 tonnes en 1888) et des agglomérés (environ 490000 tonnes en 1888); ces derniers contiennent 9/10 de leur poids de menus provenant des charbons nommés plus haut; et, au point de vue de l'utilité, ils doivent être considérés comme des combustibles nouveaux, puisque les menus, sous ce traitement, ne constituent que des déchets. L'exportation des combustibles est insignifiante, elle ne consiste qu'en une petite quantité de tourbe qui de Lombardie passe en Suisse.

La consommation de charbon de terre dans le royaume s'est élevée en 1888 à 5 millions de tonnes, tandis qu'en 1871 elle était à peine de 1 million de tonnes. La même consommation en 1889 représente une valeur de plus de 126 millions de lires et se décompose comme il suit :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	POIDS EN TONNES.	VALEUR EN LIRES.
Production de lignite.	390 320	2858154
— de tourbe.	30095	444531
— d'agglomérés.	506700	15343400
Différence entre l'importation et l'exportation du charbon de terre et du coke.	3989757	107723439

Ces combustibles ont été employés pendant la même année dans les diverses industries de la manière suivante :

		Tonnes.	
Industrie privée et stock (98,51 p. 100). . . .	Machines à vapeur fixes et locomobiles servant à l'industrie et à l'agriculture	1300000	soit 26,44 p. 100
	Fours à chaux, briquetteries, verreries et fonderies, etc. . . .	1300000	— 26,44 —
	Locomotives pour chemins de fer ou tramways (1).	750000	— 15,25 —
	Éclairage au gaz et électrique. .	850000	— 17,29 —
	Sociétés de navigations (2). . .	313565	— 6,38 —
	Emplois divers, domestiques et stock (3).	330307	— 6,71 —

(1) La consommation sur les voies ferrées étaient de 666 000 tonnes en 1887 selon les derniers renseignements publiés en 1889 par l'inspectorat général. La consommation des tramways est par différence de 84 000 tonnes ; ce résultat n'est qu'approximatif.

(2) Le poids de 313 565 tonnes indiqué pour les compagnies de navigation représente seulement le charbon pris dans les dépôts du royaume. Pour tenir compte de la houille achetée à l'étranger et consommée pendant le voyage, on doit ajouter encore 210 657 tonnes; ces deux catégories de combustible se répartissent entre ces différentes compagnies de navigation de la manière suivante :

	CHARBON pris DANS LE ROYAUME.	CHARBON pris à l'étranger PENDANT LE VOYAGE.	POIDS TOTAL DU CHARBON consommé.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Compagnie de navigation générale italienne.	236000	135500	371500
La Veloce.	49988	45532	95520
Les frères Lavarello.	15315	28594	43909
Compagnie Puglia.	10762	1031	11793
Compagnie Veneta Lagunare.	1500		1500
TOTAUX.	313565	210657	524222

(3) Nous n'avons pu déterminer la quantité de houille déposée en 1888 dans les magasins de l'Etat, dans ceux des compagnies de chemins de fer et des usines de gaz ou autres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Industries et services de l'État.	Navires de l'État (1)	38000 soit 0,77	p. 100
	Ministère de la Guerre (2) . . .	17000 — 0,35	—
	Ministère de la Marine (3)	18000 — 0,37	—
	TOTAL	4916872	

Force motrice. — A la consommation de 1300000 tonnes de charbon relative aux machines à vapeur fixes et locomobiles correspond une force motrice d'environ 162500 chevaux-vapeur, si l'on admet que ces moteurs fonctionnent en moyenne 10 heures par jour pendant 320 jours dans l'année et dépensent $2^{kg},5$ par cheval et par heure. De plus, 5500 chevaux-vapeur environ représentent le travail des machines fixes et locomobiles dépendant des ministères de la guerre et de la marine.

On voit donc que les moteurs fixes et locomobiles ont approximativement une force motrice de 167000 chevaux.

A ces machines il faut joindre les locomotives et les machines de la marine marchande, ce qui donne le total suivant :

Machines fixes et locomobiles (année 1889)	167000	chevaux.
Locomotives (1887)	400000	—
Machines de la marine marchande (1889)	189502	—
TOTAL	756502	—

Il peut être intéressant de comparer ce total aux chiffres correspondants relatifs à la France et à la Belgique :

	France.	Belgique.
Machines fixes et locomobiles (1889)	793514	367868
Locomotives (1888)	3451623	464423
Machines de la marine marchande (1888)	564051	21106

Les résultats précédents ne concernent que les usages agricoles, industriels ou commerciaux. Les machines à vapeur de la marine militaire fournissent en outre une somme considérable de force motrice, mais leur but n'est rien moins

(1) Nous connaissons aussi pour les navires de l'État la quantité de charbon de terre chargé à l'étranger et consommé durant le voyage. Elle représente une moyenne annuelle de 32000 tonnes pendant l'ensemble des trois années 1887, 1888, 1889.

(2)

Fonderies royales, arsenaux militaires et directions territoriales de l'artillerie de Turin, Venise, Alexandrie, Genova, Piacenza, Bologne, Ancône, Florence, Rome, Naples et Messine	12000	tonnes.
Fabriques d'armes de Torre Annunziata, Brescia, Terni	3000	—
Fabriques de poudre de Savigliano et Scafati, laboratoires pyrotechniques de Turin et Bologne, laboratoire de précision de Bologne, ateliers de construction du génie d'Alexandrie et de Pavie, etc.	2000	—
TOTAL	17000	—

(3) Arsenaux de Castellamare, de Naples, Venise et Spezzia.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que productif; voici cependant pour l'Italie et les deux autres pays ci-dessus nommés la force motrice qui leur correspond :

	Année 1888.	Année 1889.
Italie	285241	313039
France	467707	539433
Belgique	6227	6015

Il convient de rappeler à la fin de cet exposé exclusivement consacré aux machines à vapeur, qu'il existe en Italie des moteurs hydrauliques produisant ensemble une force motrice d'environ 600000 chevaux-vapeur. Passons maintenant rapidement en revue quelques industries importantes.

Mines. — En ce qui concerne les produits des mines, on constate, de 1870 à 1882, une augmentation dans la valeur qu'ils représentent, puis une diminution : cette dernière est due à la baisse générale des prix de certains de ces produits et non à une moindre production, puisque le nombre des ouvriers employés n'a pas diminué.

ANNÉES.	VALEURS.	NOMBRE DES MINEURS EMPLOYÉS.
1871	41920532	30257
1876	57322266	38908
1882	73815252	52326
1886	53591771	49237
1887	49977119	47063
1888	52377908	49154
1889	53554255	48981

Si l'on divise le produit des mines par le nombre des mineurs, on voit qu'à chacun d'eux correspond en moyenne un peu plus de 1000 lires (1093 lires en 1889).

En France, le produit des mines en 1888 correspond à 253 millions de lires et au travail de 114000 mineurs. Dans la même année, 105000 mineurs sont occupés en Belgique, et la valeur produite est de 164 millions. Dans le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande, en 1889, l'extraction de la houille seule produisit 1400 millions de francs et occupa 564000 mineurs; l'industrie minière tout entière, houille et minerais, donna 1950 millions de francs avec 607000 mineurs.

On voit, d'après cela, que tandis qu'en Italie, la valeur produite est d'un peu plus de 1000 lires par mineur occupé, elle est en Belgique de 1565, en France

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 2 208, et dans la Grande-Bretagne et l'Irlande, elle s'élève à 2 500 lires, si l'on considère l'extraction de la houille seule, et à 3 200 lires pour l'industrie minière tout entière.

L'abondance des gisements de houille et de minerais de fer dont jouissent l'Angleterre et certaines régions de l'Europe continentale leur confère un avantage immense sur l'Italie. On peut dire qu'aujourd'hui les pôles du monde industriel sont changés. L'art, le bon goût, l'habileté personnelle eurent la toute-puissance jusqu'au moment où la machine à vapeur commença à remuer ses bras d'acier. Lorsque les restes des anciennes forêts furent extraits des profondeurs souterraines où ils gisaient, ils constituèrent un capital accumulé par la végétation pendant des myriades d'années, et le privilège de cette exploitation est d'autant plus précieux que la houille est un combustible très condensé, possédant un pouvoir calorifique cinq fois plus grand que celui du bois, à volume égal.

Nous ne pouvons, en Italie, qu'acheter la houille à l'étranger, au moyen des richesses produites par notre agriculture et notre industrie.

Industrie métallurgique. — La production de la fonte est stationnaire, plutôt même en décroissance : elle se monte en 1889 à 13 473 tonnes qui représentent, au taux actuel, une valeur de 2 123 096 lires.

La métallurgie du fer et de l'acier est au contraire en progrès. Nous possédons sur cette industrie, à partir de 1881, les statistiques vérifiées par les ingénieurs du corps des mines :

ANNÉES.	FER.	ACIER.	OUVRIERS.
	tonnes.		
1881	91 941	3 630	5 732
1883	125 482	2 965	7 103
1885	140 734	6 370	8 560
1886	161 633	23 760	10 567
1887	172 834	73 262	11 714
1888	177 019	117 785	12 749
1889	181 623	157 899	14 518

La production du fer et de l'acier représente, en 1889, une valeur d'environ 86 millions de lires. Cette industrie s'accroît, depuis cette époque, d'une manière notable; ce résultat doit être attribué au développement de la grande aciérie de Terni et de quelques autres usines, telles que celle de Tardy-Benecq, à Savone, qui s'est associée à l'usine allemande de Bochum.

La production du plomb et de l'argent, qui était en 1878 de 4 millions, se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

monte à 9 millions en 1885, à 12 millions en 1886, et à plus de 11 millions en 1888 et 1889. Dans cette dernière année, la métallurgie de la fonte, du fer, de l'acier, du plomb et de l'argent a produit une somme d'environ 100 millions de lires.

On doit y ajouter 15 millions relatifs à d'autres métaux, dont la production a une importance secondaire (or, cuivre, mercure, antimoine, etc.).

Industrie mécanique. — La production des ateliers mécaniques s'élève à 12 millions en 1860, à 40 millions en 1880: ces chiffres ne tiennent pas compte des établissements dépendant des ministères de la guerre et de la marine : la production de ces derniers est d'environ 36 millions. Si l'on observe que depuis cette époque de nouveaux ateliers se sont créés pendant que les anciens se développaient et augmentaient d'importance, on peut dire qu'actuellement, la production des ateliers mécaniques, tant privés qu'appartenant à l'État, répond à une valeur d'environ 100 millions.

L'importation annuelle de machines étrangères est encore aujourd'hui de plus de 40 millions (50 millions en 1887, 40 millions en 1888, 43 millions en 1889).

Carrières et fours. — Ces diverses industries : briquetterie, verrerie, fabrication des poteries, extraction du marbre, etc., sont évidemment en progrès. Ce fait s'explique par l'extension donnée aux grands travaux d'édilité dans les principales villes, par la construction de chemins de fer nouveaux, l'amélioration des ports et l'endiguement des fleuves.

En 1880, la production de ces industries se montait à 85 millions de lires. Aujourd'hui elle répond au moins à 100 millions de lires. Les marbres représentaient à eux seuls, en 1888, une valeur d'environ 20 millions (187 000 tonnes).

Sel marin et produits chimiques. — Si l'on tient compte de la valeur de ces produits, on doit ajouter aux sommes précédentes environ 44 millions de lires, dont 41 millions sont relatifs aux produits chimiques.

En résumé, la production totale des industries minéralogiques mécaniques et chimiques correspond annuellement aux sommes suivantes évaluées en lires italiennes.

1° *Mines.* — Environ 54 millions dont une moitié environ correspond à l'extraction du soufre.

2° *Métallurgie.* — Environ 115 millions.

3° *Mécanique.* — Environ 100 millions dont les deux tiers sont relatifs aux ateliers privés, et l'autre tiers aux établissements de l'État.

4° *Carrières et fours.* — Environ 100 millions.

5° *Marais salants et produits chimiques.* — Environ 44 millions.

Les ouvriers employés dans ces diverses branches d'industrie sont au nombre d'environ 200 000.

Pêche du corail. — Nous avons à signaler une diminution dans le produit de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la pêche du corail (côtes de Sicile et de Sardaigne); car, dans ces dernières années, le bénéfice de cette industrie resta inférieur à un million et demi, tandis qu'en 1880, il atteignit la valeur de 22 millions; si l'on laisse de côté cette année qui fut exceptionnelle, on voit néanmoins que la pêche du corail donna, en 1875, 9 millions; en 1876, en 1879 et en 1881, 8 millions; en 1882, 4 millions.

Meunerie. — Cette industrie est en grand progrès depuis une dizaine d'années; aux anciens moulins se sont substitués peu à peu les meilleurs appareils modernes. On compte qu'il existe actuellement en Italie 3 000 moulins à cylindre pour le froment, et on en est arrivé à regarder comme peu importants les moulins qui ne traitent que 200 quintaux par jour; beaucoup de moulins ont une puissance très supérieure.

Nos moulins réduisent en farine 68 millions de quintaux de céréales par an. Ils sont actionnés par des machines qui ont ensemble une force de 150 000 chevaux et ils occupent en moyenne 900 000 ouvriers.

Matières textiles. Soie. — Quoique nous soyons à la tête des pays d'Europe pour la production des cocons et de la soie grège, nous sommes loin d'occuper une place aussi importante dans la fabrication des tissus de soie.

En 1888, 5 895 communes s'occupèrent de l'élevage des vers à soie : 559 155 éleveurs firent éclore chacun en moyenne 64ᵍ·53 de graine et obtinrent 43 899 443 kilogrammes de cocons. Le poids de la soie grège obtenue fut évalué en 1888 à 3 566 000 kilogrammes.

Dans cette industrie, l'exportation dépassa l'importation de 223 millions, en 1888, et de 240 millions, en 1889. Le nombre d'ouvriers employés aux différents travaux concernant la soie est de 150 000; les neuf dixièmes sont des femmes ou des enfants.

Coton. — L'industrie du coton s'est beaucoup développée depuis 1870, spécialement en ce qui concerne la filature.

Le nombre des broches, qui était de 500 000 en 1870, s'élève aujourd'hui à 1 800 000.

Cette industrie s'est surtout développée dans la haute Italie; elle occupe en tout 70 000 ouvriers.

Laine. — Dans l'industrie de la laine, le nombre des broches ne dépasse pas 300 000, mais le nombre des métiers de tissage est relativement grand; on en compte environ 10 000 dont les trois dixièmes sont des métiers mécaniques, les autres sont à bras. Les principales fabriques de laine sont à Vicentino, à Biellese et dans la Terra di Lavoro. Cette industrie occupe un peu moins de 30 000 ouvriers.

Les autres industries textiles, lin, chanvre, jute, ont moins d'importance. On peut noter cependant un certain accroissement dans l'industrie du jute, qui est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

concentrée dans un petit nombre de grandes fabriques. La matière première vient de l'étranger.

L'industrie du papier occupe 20 000 ouvriers.

Dix mille ouvriers sont employés au tannage des peaux.

ARTS MÉCANIQUES

CONSTRUCTION DES CHAUDIÈRES A VENT FORCÉ, PAR M. A.-F. JARROW (1)

L'emploi du vent forcé pour les chaudières marines, dont le principal promoteur est M. Howden, est, comme on le sait, l'une des questions qui préoccupent le plus vivement les constructeurs de navires. Encore discutée, bien que très en progrès, comme emploi général sur les navires du commerce et même pour les vaisseaux de guerre, l'adoption du vent forcé est actuellement admise comme une nécessité dans certains cas où il faut absolument développer coûte que coûte, avec un mécanisme extrêmement réduit, des puissances d'une énergie extraordinaire : tel est notamment le cas des torpilleurs autonomes.

La machinerie de ces navires, extrêmement active, ne pesant que 20 à 24 kilogrammes par cheval, et pourtant très économique (2), a été tout récemment l'objet d'une notice des plus intéressantes présentée à la Société des ingénieurs civils de Paris par l'un de leurs constructeurs français, M. Normand (3). M. Jarrow, constructeur anglais bien connu, a, de son côté, présenté, en mars 1891, à l'Institution des « Naval Architects », un mémoire fort intéressant sur la construction des chaudières à vent forcé, principalement des chaudières de torpilleurs. Nous avons pensé qu'il serait utile de présenter dans notre *Bulletin* une analyse détaillée de ce mémoire, qui renferme de nombreuses indications pratiques, et le compte rendu d'expériences très intéressantes sur la fatigue des chaudières soumises à la rude épreuve du vent forcé.

Les tubes. — Les tubes doivent, cela va sans dire, être de toute première qualité, en métal parfaitement homogène, très ductile, soigneusement recuit aux extrémités, parfaitement droits, ou, s'ils sont, comme on le fait parfois, courbés pour leur donner une certaine élasticité, tous infléchis de la même courbure, afin de leur assurer sur toute leur longueur le même écartement et la même fatigue. Il est essentiel que le tube présente à ses extrémités, sur la longueur mandrinée dans les plaques tubulaires, une épaisseur parfaitement

(1) *On the construction of Boilers adapted to Forced Draught.* Cf. M. A-F. Jarrow. — Inst. of Naval Architects. Mars 1879.

(2) *Comptes rendus de la Société des Ingénieurs civils*, déc. 1890.

(3) 500 grammes de charbon par cheval-heure indiqué, d'après M. Normand.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

uniforme en tout son portour, sans aucune irrégularité du fait de la soudure, avec une surface extérieure parfaitement lisse, sans aucune oxydation, pour qu'elle vienne partout en contact tout à fait exact avec la plaque tubulaire; il faut même avoir soin d'enlever la graisse ou l'huile qui pourrait se trouver sur les extrémités des tubes ou dans les trous des plaques.

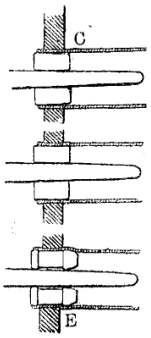


Fig. 1.

Mandrinage. — Le mandrinage des tubes doit être exécuté avec un soin exceptionnel, et de manière que le tube soit uniformément pressé dans toute l'étendue de son contact avec la plaque tubulaire; la conicité du mandrin doit être, à cet effet, exactement celle des trous de la plaque tubulaire, et nulle si ces trous sont cylindriques. C'est ainsi qu'il faut éviter avec soin le mandrinage défectueux indiqué en C sur la figure 1, et veiller, au contraire, à ce que les galets du sertisseur dépassent un peu l'épaisseur de la plaque tubulaire, de manière à y consolider le tube par la formation de deux petits bourrelets d'épaulement. La formation de ces épaulements est mieux assurée par l'emploi des galets cylindro-coniques représentés en E.

Il ne suffit pas de bien mandriner chaque tube; il faut, en outre, exécuter cette opération de manière à fatiguer le moins possible les plaques tubulaires.

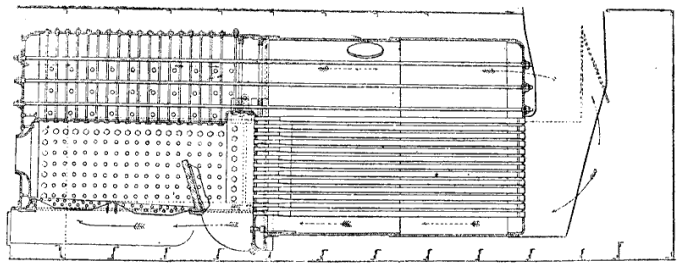


Fig. 2.

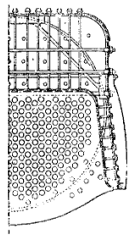


Fig. 3.

Fig. 2 et 3. — Chaudière de torpilleur Jarrow. Grille de chauffe, puissance indiquée 1216 chevaux.

En général, l'ouvrier chargé du mandrinage s'installe devant la plaque tubulaire dans une position convenable pour mandriner sans se déplacer tout un lot de tubes voisins, puis il passe à un autre groupe de tubes. Cette manière de procéder fatigue beaucoup les plaques tubulaires, qu'elle soumet à des tensions locales très considérables; il faut, au contraire, ne mandriner successivement sur un même point de la plaque que trois à quatre tubes, puis passer à un autre lot, de manière à répartir le plus uniformément possible la fatigue du mandrinage sur toute l'étendue de la plaque.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tubes vissés. Tubes d'armature. — M. Jarrow déclare avoir renoncé à l'emploi de tube vissés pour la consolidastion des plaques tubulaires : on emploie au contraire, parfois avec avantage, l'interposition d'une virole de cuivre entre le tube et la plaque. Ce procédé, très usité, comme on le sait, aux États-Unis, pour les locomotives, présente l'avantage de diminuer les fuites grâce à la plasticité et à la dilatabilité plus grandes du cuivre, sans fatiguer les plaques tubulaires. Les tubes-tirants, vissés et plus rigides que les autres, fuient presque toujours et fatiguent les plaques par leur raideur. L'adhérence du mandrinage suffit d'ailleurs presque toujours pour armer très solidement les plaques tubulaires. M. Jarrow évalue de 8 à 12 tonnes l'adhérence d'un tube de 50 millimètres, mandriné dans une plaque d'acier (1). En ne prenant que 8 tonnes, l'adhérence des tubes de la chaudière représentée par les figures 2 et 3 serait de 2300 tonnes tandis que la pression de la vapeur sur les plaques n'est, à 14 atmosphères, que de 124 tonnes ou près de 20 fois moindre.

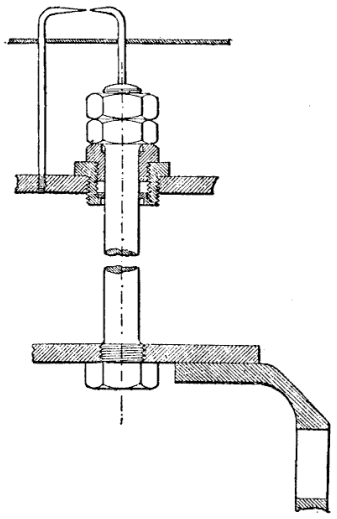


Fig. 4. — Entretoise Jarrow avec garniture mobile et pourvue de repères permettant de déterminer la dilatation relative au foyer.

Viroles. — Un mandrinage bien fait constitue donc une excellente armature; en outre, il ne fuit pas, même sans viroles. Aussi ne doit-on employer les viroles que dans les tubes soumis à la plus grande intensité du feu, dont elles répartissent plus uniformément le tirage

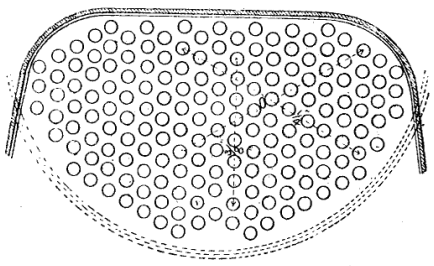


Fig. 5. — Exemple de déformation d'une plaque tubulaire. L'espacement total de la rangée de tubes marqués 0 n'a pas changé, celui des 11 tubes inclinés marqués 1/4 a varié de 6 millimètres, et celui de la rangée 3/8 s'est raccourcie de 10 millimètres.

Entretoises. — Les entretoises qui arment le ciel du foyer doivent s'opposer le moins possible à ses dilatations. On y arrive en disposant la première rangée d'entretoises à 180 millimètres au moins de la plaque tubulaire, et, comme l'indique la figure 4, de manière qu'elles ne s'opposent pas au soulèvement du foyer, lequel atteint une couple

(1) Ces résultats confirment pleinement les expériences de M. H. Schock. — G. Richard, *la Chaudière locomotive*, p. 186.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de millimètres quand on pousse les feux, comme on a pu le constater expérimentalement au moyen de repères (fig. 4). Chaque fois, au contraire, que le foyer se refroidit : lorsqu'on ouvre sa porte, par exemple, l'entretoise baisse et appuie fortement sur son écrou. L'emploi de ces entretoises a permis de sauver des foyers de torpilleurs que l'on avait dû réformer plusieurs fois, et dont les plaques tubulaires avaient subi, à cause de la rigidité des entretoises primitives, des déformations notables, comme l'indique la figure 5.

Ainsi qu'on le voit sur la figure 1, il faut, en règle générale, assurer aux assemblages de la chaudière, et principalement aux liaisons des tubes et du foyer, la plus grande élasticité possible. Les entretoises doivent être amincies entre leurs plaques de manière que leurs flexions se localisent au corps des entretoises, et non pas dans leurs filetages.

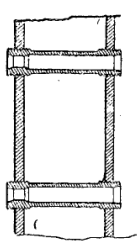


Fig. 6.

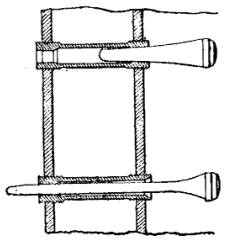


Fig. 7.

Fig. 6 et 7. — Entretoises creuses mandrinables de l'intérieur du foyer.

Entretoises creuses. — En outre, pour les entretoises des murailles d'eau, on a tout intérêt à les faire creuses, et avec des trous plus petits vers l'extérieur de la boîte à feu que vers le foyer, de manière à pouvoir les mandriner, comme l'indiquent les figures 6 et 7, entièrement de l'intérieur du foyer.

L'espace entre les chaudières est, en effet, souvent inaccessible à bord. Ces entretoises sont d'ailleurs plus résistantes que les entretoises massives, à poids égal. Une entretoise d'un pouce, 25 millimètres, de diamètre extérieur, percée d'un trou de 13 millimètres, résiste autant qu'une entretoise pleine de 22 millimètres, comme l'indiquent les résultats du tableau ci-dessous.

Résistance des entretoises creuses mandrinées.

Nature des entretoises.	Écartement des plaques.	Diamètre des entretoises aux filets.	Résistance à l'arrachement.
—	—	—	—
	mill.	mill.	kilogr.
Entretoises creuses vissées,	120	25 (trous de 11 et 8 m/m)	11380
puis mandrinées.	117	25 (trous de 14 et 11 m/m)	9520
Entretoises pleines vissées,	122	22	9980
puis rivées	122	22	9525

Une boîte armée d'entretoises creuses écartées de 100 millimètres n'a cédé qu'à une pression de 115 atmosphères.

Écartement des tubes. — Les tubes doivent être suffisamment écartés pour assurer, principalement auprès du foyer, une libre circulation à l'eau, et ne pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'opposer au dégagement de la vapeur. Un écartement de 25 millimètres suffit, avec des tubes de 50 millimètres, pour un foyer brûlant 390 à 400 kilog. de charbon par mètre carré de grille et par heure. Il faut, en outre, de toute nécessité, conserver aux tubes une grande élasticité, c'est-à-dire renoncer aux gros tubes rigides et courts.

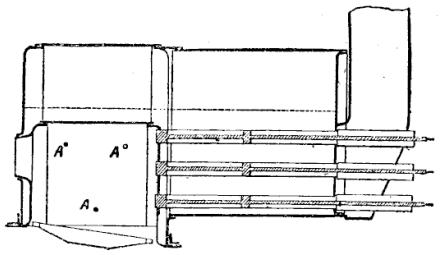


Fig. 8.

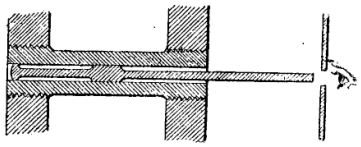


Fig. 9.

Fig. 8 et 9. — Appareil permettant de voir la flexion des tubes.

Élasticité des tubes. — Les tubes ne restent pas immobiles pendant la mise en feu : les obstacles, si atténués qu'ils soient, opposés à leur dilatation par la chaudière, les font se courber d'abord, puis se redresser peu après la mise en pression. M. Jarrow a employé, pour l'étude de ce phénomène intéressant, la disposition très simple représentée par les figures 8 et 9, et qui consistait à disposer dans un certain nombre de tubes des barres dont les extrémités indiquaient la courbure que prenaient les tubes primitivement droits. Dès la mise en feu, c'étaient les tubes supérieurs, où se portait l'eau chaude, qui se courbaient les premiers, et ainsi de suite, jusqu'au bas, puis les tubes commençaient à se redresser dès que la pression atteignait environ une atmosphère : à 10 atmosphères, le redressement était complet. Ces expériences expliquent parfaitement la nécessité d'assurer aux tubes la plus grande élasticité possible.

Heures (1)	$10^h,30$	$10^h,40$	$10^h,50$	11^h	$11^h,10$	$11^h,20$	$11^h,30$	$11^h,40$	$11^h,50$
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Pressions de la vapeur. .	0	0	0	0	0,3	1,4 à 2,8	4 à 5,6	7 à 8,4	9 à 11,3
Dilatations du corps cylindrique (2) en millimètres, au niveau de l'eau.	0,2	0,6	0,8	0,9	1,4	2	2,5	2,7	2,8
Haut	0	0	0	0,4	1,6	2	2,5	2,5	2,8
Bas..	0,2	0,3	0,4	0,8	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5
Dilatations des tubes (3) :									
Haut	1,5	1,6	1,6	1,6	2,5	2,7	2,9	3,2	4
Bas.	0,7	0,9	1,5	1,5	2	2,3	2,9	3,6	3,6

Dilatations de mise en feu. — La chaudière est d'ailleurs, comme les tubes,

(1) Feux allumés à $10^h,20$ avec 100 millimètres d'eau sur le foyer.
(2) Longueur à froid $1^m,028$.
(3) Tubes en cuivre de $1^m,168$ de long.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soumise, lors de la mise en feu, à des dilatations qui déterminent souvent dans ses tôles des efforts très considérables. On se rendra compte de la grandeur de ces dilatations et de leurs effets sur différents points du foyer par l'examen des figures 10 et 11 et du tableau ci-contre, dont les résultats ont été obtenus expérimentalement sur une chaudière du type représenté par les figures 2 et 3. M. Jarrow conseille, afin d'atténuer le plus possible ces dilatations, d'opérer la mise en feu avec la chaudière complètement remplie d'eau, qu'on laisse baisser graduellement jusqu'au niveau réglementaire, à mesure que la chaudière s'échauffe. De même, le refroidissement de la chaudière doit être aussi peu brusqué que possible ; il faut éviter de jeter complètement les feux. Enfin, le recuit des plaques tubu-

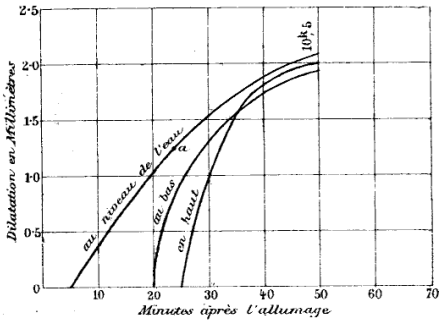


Fig. 10. — Courbes de dilatation des tubes (*a*), commencement de la vaporisation.

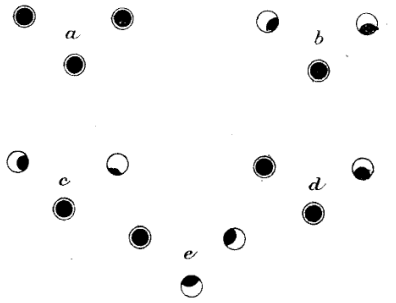


Fig. 11. — Tableau de la flexion des tubes AAA (fig. 8), vus au travers de la plaque d'inspection (*a*) à l'allumage (*b*) un quart d'heure après l'allumage (*c*), 25 minutes après l'allumage au commencement de la vaporisation au point (*a*) de la courbe (fig. 10) (*d*), 40 minutes après l'allumage, pression 3 kil. (*e*), 50 minutes après l'allumage, pression 10 kil.

laires en fer ou en acier doit être très soigneusement exécuté, après leur emboutissage bien entendu.

Pression du vent. — On sait, d'autre part, que la principale résistance au tirage ou au vent forcé est celle que leur opposent les tubes, de sorte que l'on est souvent tenté, pour satisfaire à un programme de chauffe, avec une pression d'air donnée et sans augmenter le poids de la chaudière, d'augmenter le diamètre ou de diminuer la longueur des tubes aux dépens de leur flexibilité. L'expérience des locomotives, où la dépression totale du tirage atteint quelquefois 250 millimètres d'eau, a démontré que l'on pouvait, avec des chaudières bien appropriées, employer des pressions de vent très considérables. Il faut marcher avec une pression la plus élevée possible, car ce n'est qu'avec des chaudières à tubes gros et trop rigides que l'on parvient à abaisser cette pression ; et, s'il faut réduire la température des foyers, il vaut mieux y arriver par une diminution de l'activité de la combustion que par un abaissement de la pression du vent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin on risque souvent de détériorer les chaudières neuves en voulant les pousser trop vite à leur vaporisation maxima, ou encore en se hâtant de boucher par des mandrinages ou des matages intempestifs les petites fuites qui se manifestent toujours en pareil cas, et qui cessent presque constamment d'elles-mêmes, à mesure que la chaudière se fait à l'usage.

Action du mandrinage. — L'action du mandrinage n'a pas seulement pour effet de réaliser un contact intime entre le tube et la plaque tubulaire : c'est un véritable serrage élastique qui se produit entre le tube et la plaque, en ce sens que le tube retiré de la plaque s'élargit, tandis que le trou de la plaque se rétrécit quand on en retire le tube. On a vérifié ce fait en coupant des tôles dans lesquelles on avait mandriné des tubes de 63 millimètres de diamètre : dans le cas de tubes et de tôles d'acier, la somme des déformations du tube et du trou de la plaque, agrandissement de l'un et diminution de l'autre après l'enlèvement du tube mandriné, s'est élevée de $0^{mm},18$ à $0^{mm},13$: elle a été de $0^{mm},25$ pour des tubes et des plaques de cuivre. Le tube bien mandriné conservera donc son serrage tant qu'un refroidissement brusque, comme celui que provoque parfois l'ouverture de la porte du foyer en plein feu, ne viendra pas rétreindre au delà de son serrage le tube, qui se refroidit et se contracte toujours plus vite que sa plaque tubulaire. On augmente d'ailleurs ce serrage en calibrant exactement les extrémités des tubes de manière qu'ils ne puissent entrer dans les plaques qu'à force, avec un serrage naturel qui ne laisse pas tout à faire au mandrinage.

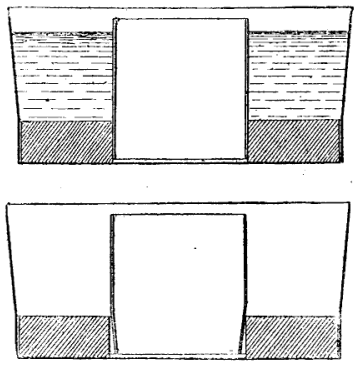


Fig. 12 et 13. — Appareil pour l'essai des tubes aux chauffages répétés. Grandeur d'exécution.

Influence des chauffes et des refroidissements successifs. — Afin de déterminer expérimentalement ce qui se passe entre un tube et sa plaque tubulaire, ainsi que l'influence réciproque des épaisseurs relatives du tube et de sa plaque, M. Jarrow exécuta, avec l'appareil représenté par la figure 12, quelques essais des plus intéressants.

Pour le premier essai, on avait mandriné, dans une plaque d'acier de 50 millimètres d'épaisseur, percée (fig. 12) d'un trou cylindrique parfaitement alésé, un tube de 165 millimètres de diamètre et de $1^{mm},6$ d'épaisseur : tube mince dans une plaque épaisse. Après huit chauffages successifs au-dessus d'un feu de forge, et avec le baquet de l'appareil rempli d'eau, les fuites commencèrent à se déclarer; au dix-huitième chauffage, le tube fuyait tellement qu'il fallut arrêter l'expérience; il s'était déformé comme l'indique la figure 13, positivement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

écrasé par la plaque qui s'échauffait beaucoup moins vite que lui et l'empêchait de se dilater vers l'extérieur.

La seconde expérience fut exécutée avec un tube de même diamètre, mais épais de 3 millimètres, et dans une plaque mince de 11 millimètres. Après vingt chauffages, le tube ne présentait pas trace de fuite.

Il faut donc faire les plaques tubulaires aussi minces que possible.

Quant au métal à employer pour les tubes et les plaques tubulaires, les opinions diffèrent. M. Jarrow est très satisfait de l'emploi de tubes d'acier avec plaques en cuivre. On peut aussi employer avec les plaques en cuivre des tubes d'acier à bouts de cuivre, plus facilement étanches; on bénéficie ainsi de cette plus grande étanchéité, tout en conservant la même dilatation pour les tubes que pour la chaudière en acier. Avec des plaques en acier, il n'y a aucune raison de ne pas employer toujours des tubes également en acier.

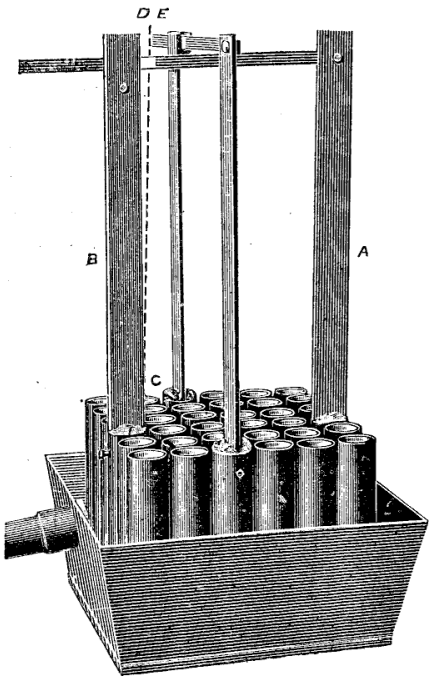


Fig. 14. — Appareil pour étudier le bombement des plaques tubulaires.

Déformations des plaques par les chauffages et refroidissements successifs. — Une autre cause extrêmement active de la fuite des tubes, c'est la tendance des plaques tubulaires à se courber sous les pressions de la vapeur ou les efforts de dilatation. Pour le démontrer, M. Jarrow fit chauffer sur un feu de forge un récipient plein d'eau dont le fond était constitué par une tôle d'acier de 457 millimètres de côté, de 20 millimètres d'épaisseur, et pourvue de 36 tubes. Le fond du récipient, soumis ainsi à un feu bien moins violent que celui des chaudières de torpilleurs, se bomba comme amenant (fig. 14) le repère B de C D en C E. La figure 15 indique la courbure correspondante que prendrait librement la plaque tubulaire d'une chaudière de torpilleur, avec la flèche très considérable

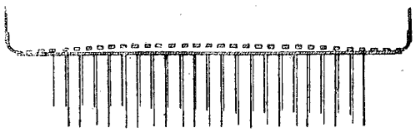


Fig. 15. — Exemple de bombement d'une plaque tubulaire dans une chaudière de torpilleur; flèche 97,5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 35 millimètres. Dans la chaudière, la plaque ne peut pas se courber ainsi, mais elle n'en subit pas moins des efforts moléculaires répétés, qui la fatiguent autant et plus que si elle pouvait obéir librement à ses dilatations; et ces efforts moléculaires sont, d'autre part, très complexes, car il y a toujours, malgré la conductibilité du métal, une face chaude qui tend à se dilater, quand le feu marche, plus que la face froide, qui est en contact avec l'eau. Quand on jette le feu, ou quand la température du foyer baisse notablement, c'est, au contraire, la face du foyer qui, refroidie plus vite que l'eau, tend à se contracter; et il résulte, de cet antagonisme permanent des deux moitiés de la plaque traversée par le flux de chaleur, des efforts moléculaires qui augmentent très vite avec son épaisseur, et occasionnent parfois des ovalisations notables aux trous des tubes. Si l'on chauffe et refroidit alternativement au-dessus d'un feu de forge une tôle de 38 millimètres d'épaisseur, percée d'un trou de 100 millimètres de diamètre et recouverte d'eau, le trou s'ovalise après une cinquantaine de chauffages, comme l'indique à une échelle très exagérée la figure 16.

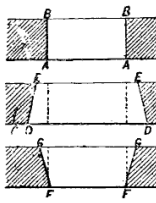


Fig. 16. — Déformation d'un trou de 100 millimèt. percé dans une tôle alternativement chauffée puis refroidie par le bas. — A B A B, trou primitif; E D E D, trou chauffé au bas; G F G F, déformation de 1/2 millimètre après 50 chauffages.

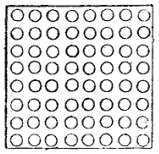


Fig. 17. — 64 tubes écartés de 22 millimètres.

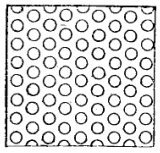


Fig. 18. — 67 tubes 1/2 écartés de 25 millimètres.

Fig. 17 et 18. — Rangement des tubes.

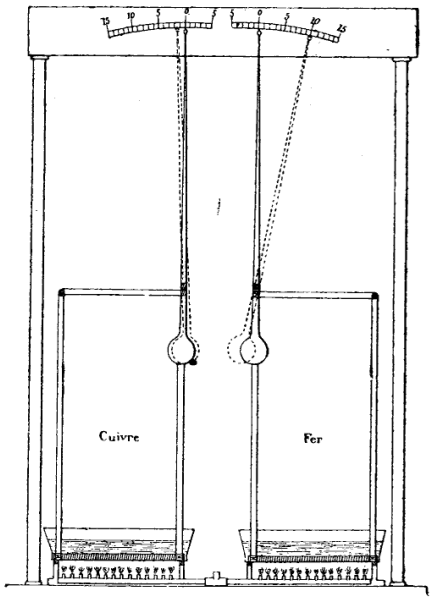


Fig. 19. — Appareil pour l'étude comparée des courbures du cuivre et de l'acier sous l'action de la chaleur.

Épaisseur des plaques tubulaires. — M. Jarrow conclut, de ces expériences et de sa pratique, qu'il ne faudrait guère dépasser des épaisseurs de 13 millimètres pour les plaques tubulaires en acier. Au vent forcé, on aurait même tout avantage à ne pas dépasser 10 millimètres : épaisseur, selon lui, largement suffisante pour résister à la pression de la vapeur, bien que l'acier des plaques tubulaires devienne à la longue, d'après M. Webb, plus carburé, plus dur, plus cassant et sujet à se criquer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Plâtrage des plaques. — Quant à la pratique consistant à protéger la plaque tubulaire du côté du foyer par un plâtrage au ciment calorifuge, M. Jarrow la condamne absolument comme illusoire et dangereuse : l'enduit se détache par places, qu'il expose à une chaleur locale trop intense et destructive.

Rangement des tubes. — On peut, comme on le sait, disposer les tubes en rangées parallèles (fig. 17), ou en zigzag. M. Jarrow préfère, au point de vue de l'étanchéité des tubes la disposition en zigzag ou en quinconce qui permet d'espacer plus les tubes de 25 millimètres au lieu de 22, dans le cas des figures 17 et 18, et de laisser plus de métal et plus de résistance à la plaque.

Métal des plaques tubulaires. Supériorité du cuivre. — Le cuivre présente sur

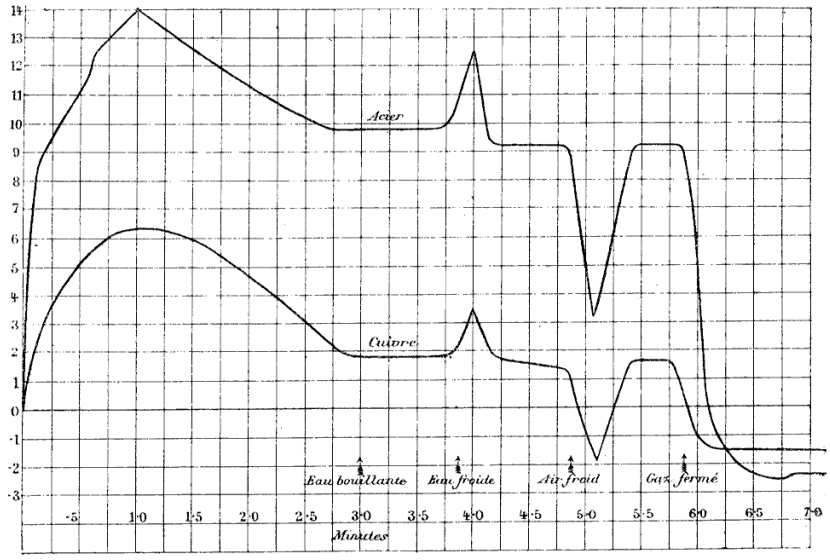


Fig. 20. — Courbures comparatives de barres de cuivre et d'acier chauffées d'un côté et refroidies de l'autre. Les ordonnées représentent les courbures en degrés de l'appareil (fig. 19).

l'acier, comme métal de plaque tubulaire, le grand avantage de se bomber beaucoup moins sous l'action de chauffages et de refroidissements répétés. M. Jarrow a clairement démontré cet avantage au moyen de l'appareil représenté par la figure 19. Cet appareil consiste en deux baquets pleins d'eau alternativement chauffés par des rampes de gaz, puis refroidis; l'un des fonds est en une tôle d'acier de 610 × 50 sur 25 millimètres d'épaisseur; l'autre, de mêmes dimensions, est en cuivre. Leurs déformations étaient amplifiées par des aiguilles indicatrices. On chauffait ces fonds, puis on les laissait refroidir soit naturellement, soit en éteignant simplement les becs de gaz, soit en activant le refroidissement par un jet d'air froid ou par une alimentation d'eau. Les courbes de la figure 20, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résument ces expériences, démontrent la grande supériorité du cuivre sur l'acier au point de vue de cette cause particulière de déformation des plaques tubulaires, supériorité qui tient en grande partie à la conductibilité du cuivre six fois plus grande que celle du fer, tandis que son coefficient de dilatation ne dépasse celui du fer que de 50 p. 100. Ces observations paraissent justifier en partie la pratique presque universelle des chemins de fer européens, qui n'emploient guère que des foyers en cuivre. C'est aussi le cuivre que M. Jarrow préfère pour ses chaudières de torpilleurs. G. R.

ARTS ÉCONOMIQUES

L'INDUSTRIE DE LA RAMIE, PAR M. CH.-R. DODGE (1)

M. Dodge, chargé par le département de l'agriculture de Washington d'étudier l'état de l'industrie des fibres textiles et notamment du lin, du chanvre, de la ramie et du jute, a rédigé en 1890 un rapport déposé à la bibliothèque de la Société. Sans se laisser aller au découragement des uns ou à l'enthousiasme irréfléchi des autres, M. Dodge paraît avoir noté exactement dans ce travail ce qui concerne l'industrie de la ramie, etc. Quoique l'auteur se place à un point de vue exclusivement américain, ses remarques semblent devoir être utiles aux industriels français.

Entre le point de départ, la culture de ce textile et le résultat final, l'objet manufacturé, il y a une période intermédiaire qui demande une étude approfondie.

On peut estimer à une centaine au moins le nombre des machines et des procédés imaginés pendant ces trente dernières années, pour isoler les fibres de la matière gommeuse qui les entoure; malgré cela, la culture de la ramie est restée partout très restreinte (sauf en Chine et au Japon) parce qu'on n'a trouvé jusqu'ici aucune machine, aucun procédé pratique pour la décortication de cette plante.

La ramie n'est pas entrée dans la culture courante parce que les agriculteurs n'ont pas de moyens économiques d'en préparer les fibres avant de la livrer à l'industrie.

Elle est cultivée industriellement en Chine, au Japon, et même dans quelques parties de l'Orient.

(1) *Report on flax, hemp, ramie and jute; Departement of agriculture, division of statistics,* Washington.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle n'est cultivée que sur une petite échelle en divers pays de l'Europe et en Algérie, dans quelques républiques de l'Amérique du Sud et dans les colonies anglaises.

Les besoins du commerce sont jusqu'à présent peu importants, les fibres ne sont pas travaillées assez économiquement pour que ce produit industriel soit rémunérateur, et surtout, cela tient à ce que la plante n'est pas cultivée d'une manière assez régulière et en quantités assez constantes pour engager les industriels à consacrer des capitaux importants en installations et en machines.

Avec un outillage perfectionné, le principal obstacle à l'emploi industriel disparaîtra, la fabrication sera encouragée, et tous les pays où la plante pourra être cultivée se mettront à préparer la fibre et se jetteront sur le marché.

Il paraît que le premier essai mécanique de décortication de la plante a eu lieu dans les Indes en 1816 avec une machine à décortiquer le lin et le chanvre envoyée d'Angleterre. Peu de progrès furent faits dans les cinquante années qui suivirent. L'attention des inventeurs fut cependant appelée sur l'importance qu'il y aurait à trouver une machine à décortiquer la ramie; on se mit à l'œuvre en 1870. L'Amérique avait commencé beaucoup plus tôt et le Dr Benito Roezl fit breveter en 1867 une machine dont une fonderie de la Nouvelle-Orléans construisit des centaines l'année suivante.

Voici le relevé du travail fait en 1888 avec une des meilleures machines françaises. Cette machine, travaillant seule, a décortiqué en 25 jours le produit d'un hectare, soit 2 arpents et demi. Il aurait donc fallu 200 jours pour 20 arpents, et, un fermier ayant à traiter les trois récoltes que la plante donne chaque année, sur une étendue de 100 arpents, avec une seule machine, n'effectuerait ce travail qu'en dix années de 300 jours ouvrables, autrement dit pour terminer la décortication de 100 arpents de ramie en un mois de 30 jours, il faudrait employer onze machines.

M. Hardy, ex-directeur du Jardin botanique d'Alger, a calculé qu'un champ de ramie de plus d'un an, dont les tiges sont hautes d'environ 6 pieds, produit 48 000 livres de tiges et de feuilles vertes par arpent; les feuilles sont comprises dans ce chiffre pour un poids de 20 400 livres.

La plus grande vitesse obtenue à l'aide d'une des machines primées au concours de Paris en 1889, et travaillant sur des tiges vertes munies de leurs feuilles, a donné environ 132,8 livres en 18 minutes. A ce compte, il aurait fallu près de 11 jours pour traiter les 48 000 livres produites par un arpent, ou 20 mois de 25 jours ouvrables pour décortiquer une seule coupe de ramie sur 50 arpents.

Une autre machine a traité 92 livres de tiges en 11,5 minutes. La Louisiane produisant environ 250 000 tiges par arpent, l'une de ces machines mettrait 20 jours et 8 heures pour décortiquer la ramie d'un seul arpent; il faudrait à cette même machine 3 ans et 4 mois pour une seule coupe faite sur 50 arpents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant les 11,5 minutes employées pour décortiquer les 92 livres de tiges dans l'essai mentionné plus haut, environ 33 livres de rubans humides ont été produits, ce qui représente par jour 1 720 livres, ou 375 livres de rubans secs.

On a beaucoup écrit sur la ramie, et, au milieu de faits véritablement intéressants, il s'est glissé malheureusement beaucoup d'inexactitudes de nature à dérouter ceux qui voudraient étudier cette question. Je citerai notamment un article de fond qui a récemment fait grand bruit dans l'Amérique du Sud et d'après lequel l'Europe reçoit annuellement de Chine, du Japon et de Java, environ 250 000 tonnes de fibres de ramie, l'auteur citait même le nom d'une maison française qui consommerait pour sa part 10 000 tonnes par mois de ce textile.

Or, il résulte de documents sérieux que l'Europe n'a jamais reçu que de minimes quantités de fibres de ramie : 300 à 400 tonnes constituent le plus grand envoi que la Chine ait fait dans ces cinq dernières années; l'Inde et les autres pays de production n'ont guère envoyé que des échantillons ou de petits lots d'essai. La plus grande quantité importée est celle qui fut offerte en octobre 1888 sur le marché de Londres, soit 120 à 130 tonnes, et ces fibres ont été vendues assez difficilement à un prix de 200 à 225 francs, soit un peu moins de la moitié du prix de revient en Chine. En résumé, la fibre de ramie produite par l'industrie agricole n'a, jusqu'à présent, que de très faibles débouchés sur le marché de Londres; on doit ajouter cependant que la demande a augmenté depuis quelque temps et que les prix sont assez fermes.

Le département de l'agriculture de Washington ne connaît pas encore de marchés où de gros producteurs de fibres de ramie pourraient écouler leurs produits; cependant beaucoup d'agriculteurs qui seraient disposés à s'occuper de la culture de ce textile nous demandent des renseignements. Plusieurs d'entre eux expriment leur déconvenue, ils avouent n'avoir atteint aucun résultat pratique, et considèrent cette exploitation comme devant être abandonnée. D'autres n'ont encore rien essayé, et ne sont attirés vers cette culture que par les articles merveilleux qu'ils ont lus dans les journaux. Nous n'avons pas l'intention de décourager les agriculteurs qui veulent cultiver la ramie, mais nous voudrions les voir entreprendre d'abord cette exploitation sur une petite échelle et ne l'augmenter qu'après avoir acquis une certaine expérience.

Il y a certainement un grand avenir pour cette industrie, lorsque la demande sera assurée et lorsque le problème de la décortication sera résolu. Il sera facile alors d'étendre la culture de la ramie, et, si cela est nécessaire, d'acheter de nouvelles machines.

Les essais de 1889 ont déjà donné de meilleurs résultats que ceux de 1888, et les études marchent tous les jours vers une solution favorable. Les États-Unis ont fait beaucoup, mais il leur reste beaucoup à faire et à apprendre avant de posséder le savoir pratique des expérimentateurs de France et des colonies

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

françaises ou anglaises. Une chose est de cultiver 10 arpents de ramie et autre chose est de produire un textile dont la fibre puisse être obtenue d'une manière uniforme dans le champ entier et en toute saison. Les expériences faites dans les Indes, il y a quelques années, laissent soupçonner qu'il pourrait bien se faire qu'aucun essai n'ait porté sur le véritable et célèbre textile chinois, et que la plante étudiée lui soit absolument inférieure. C'est une simple supposition; mais il est désirable que toutes les plantes textiles des Indes soient soigneusement examinées et que de nouvelles et sérieuses études soient entreprises sur la plante d'où l'on tire la fibre chinoise, avant de faire de grandes dépenses en essai de machines diverses.

Il y a, en effet, deux types distincts de fibres importées de Chine sur les marchés d'Europe. Les unes sont brillantes, les autres plus sombres, verdâtres; toutes deux donnent, une fois traitées, des produits assez semblables en apparence. La plante qui donne les fibres brillantes pousse dans le Sud, l'autre se rencontre dans les régions tempérées. La première est employée à confectionner des étoffes, l'autre sert à faire des cordages et d'autres produits grossiers. J'ai constaté de grandes différences dans les filasses provenant d'échantillons de ramie venues de diverses régions éloignées réunies à l'Exposition de Paris et préparées par la machine Favier.

La plante américaine produit une bonne fibre semblable en apparence à la fibre obtenue en France, mais moins douce et moins soyeuse que la filasse tirée des plants espagnols, quoique ceux-ci ne paraissaient pas avoir atteint leur maturité.

M. Favier est d'avis qu'il peut y avoir une très grande différence entre les plants d'une même coupe : les uns seront durs et raides, tandis que d'autres, faciles à travailler, donneront une filasse de meilleure qualité. Il y aurait intérêt à élucider cette question en comparant des plants obtenus dans des conditions différentes et bien déterminées à l'avance. M. Favier est arrivé à d'excellents résultats en groupant les divers essais faits sur la culture, le travail de la fibre et la fabrication. C'est en agissant ainsi que l'on peut diminuer beaucoup les chances d'erreur et éviter bien des difficultés.

Un des problèmes les plus importants est de savoir s'il est préférable de procéder à la décortication de la plante à l'état vert ou à l'état sec. M. Favier penche pour le dernier mode et fournit à l'appui de son opinion des arguments applicables à notre situation en Amérique. D'autre part, le Dr Morris et les expérimentateurs officiels français produisent des arguments contraires et prétendent que le séchage d'une grande quantité de plants est impraticable. Sans examiner ici le pour et le contre, nous noterons à ce sujet quelques-unes des conditions dans lesquelles se trouvera le cultivateur de ramie, lorsque cette industrie aura pris un développement général. Une température convenable sera alors nécessaire, s'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travaille son stock vert, pour décortiquer un grand nombre de tonnes; sans cela la ramie, juste à point lorsque l'opération commencera, deviendra ensuite dure et trop sèche pour être confiée à la machine. Ceci se traduit par la nécessité d'employer plusieurs machines avec une main-d'œuvre considérable pour les servir, main-d'œuvre exceptionnelle que le cultivateur devra se procurer pour la circonstance.

Il lui faudra aussi trouver les moyens d'obtenir un assèchement complet des milliers de livres de filasse produites afin d'empêcher la fermentation de cette masse avant son emballage et son expédition. En outre, à moins qu'on ne construise alors des machines moins chères que celles qui sont actuellement en usage, très peu de cultivateurs pourront faire l'acquisition de celles qui leur seront nécessaires. De là la nécessité d'un système central de machines pouvant être expédiées en location. Avec ce système, les tiges sont décortiquées sur place. On ne peut, en effet, avoir l'idée de les transporter à l'état vert, car 20 tonnes de ramie renferment environ 16 tonnes d'eau. D'ailleurs, si pour un motif quelconque les fibres ne peuvent être travaillées dès leur arrivée près des machines et doivent rester en dépôt seulement vingt-quatre heures, il s'ensuivra forcément une plus ou moins grande détérioration de la fibre, venant de la fermentation ou de la moisissure.

En pratiquant le décorticage à sec, un cultivateur disposant de petits moyens pourrait soigner sa récolte à loisir, emmagasiner ses tiges et attendre pour les travailler le moment le plus convenable : il se servirait alors, suivant ses besoins, de machines en location. En résumé, la récolte de ramie traitée à l'état vert doit être travaillée en peu de jours; à l'état sec, le cultivateur peut prendre son temps.

La culture de la ramie a déjà tenté plusieurs agriculteurs en Amérique : quelques-uns d'entre eux se sont laissé entraîner par les promesses que leur avaient faites différentes sociétés qui se sont engagées à assurer le décorticage de la plante une fois la récolte faite, mais ces promesses n'ont pu être tenues, et tel propriétaire qui a été ainsi détourné de sa culture ordinaire, le jute, pour planter 20 arpents de ramie, a attendu vainement l'arrivée des machines et a finalement perdu sa récolte. C'est donc bien dans l'invention d'une machine pratique pour la décortication de la plante que se trouve le problème à résoudre.

Nous apprenons par M. Félix Fremerey, membre de la Société de culture de la ramie du Texas, dont le siège est à Yorktown, que M. Frederik Natho, qui a envoyé à l'Exposition de Paris de beaux spécimens de ramie, étendra cette culture à des surfaces considérables dans les landes de la *Pionneer irrigation company*, à Pecos City. Des plantations du même genre, mais moins importantes, seront faites également cette année en Floride, en Virginie, Bristol, Alabama, Caroline du Nord et du Sud, Georgie, etc. Il est à désirer que chaque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cultivateur suive de près ces divers essais, et que tous les renseignements ainsi obtenus soient centralisés et soigneusement étudiés : on constituera de la sorte des documents qui seront de nature à profiter à l'industrie de la ramie et qui pourront, par suite, rendre cette culture avantageuse.

Avant de terminer, je dois parler des récentes expériences de M. Ch. Toppan de Salem (Massachusetts) sur le nettoyage et le travail des produits bruts venant de la Chine.

M. Toppan emploie diverses machines à carder la laine, et il parvient ainsi à pousser le traitement jusqu'à la conversion de la ramie en filasse. Cette filasse, produite en quantités considérables, est vendue facilement et d'une manière satisfaisante sur le marché de New-York.

Dans une lettre récente, M. Toppan s'exprime ainsi : « Je travaille actuellement la ramie à l'aide de machines construites pour la laine ou le coton sans rien modifier à ces machines. Les produits marchands que j'ai obtenus consistent en filasse tant grossière que fine. En écru, ces filasses rapportent de 75 cents à 1 dollar par livre, en couleur de 1 dollar 1/2 à 2 dollars. Parmi les échantillons que j'ai envoyés, on peut en remarquer de noirs comme du jais, je crois que cette couleur n'a pas encore été obtenue. La ramie prend toutes les teintes, comme le coton, la laine et la soie, et ces couleurs tiennent solidement. Je suis en marché pour acheter de la ramie de provenance américaine au prix de celle que j'emploie actuellement. La décortication est une opération très importante; il y a bien des machines à décortiquer dans la campagne, mais toutes présentent le même défaut capital, elles ne vont pas assez vite et manquent de simplicité. »

M. Toppan a déjà envoyé à divers marchés de splendides spécimens de filasse : il s'occupe maintenant d'une fourniture importante pour la fabrication de la toile à voile et de cordes de hamac.

Les résultats importants obtenus par M. Toppan sont dus à ce fait que, dans son système, la séparation du suc gommeux de la plante n'a lieu que dans une certaine mesure convenablement déterminée; alors la filasse, produite en brins de faibles longueurs, atteint un degré suffisant de souplesse et de flexibilité pour que son traitement puisse se faire dans les machines à laine.

La fibre de la ramie, dans l'état où elle se trouve après le séchage de la plante, ne peut être filée que sous une seule forme; en Europe, on l'a presque toujours filée jusqu'à présent sur des machines dans lesquelles il est nécessaire de tenir le fil bien droit et parallèle, comme lorsqu'il s'agit du lin et de la soie. On a employé indistinctement pour cela les deux systèmes de machines à filer la soie ou la laine, et parmi ces dernières, les machines à filer la laine en longs brins; cependant on a obtenu de meilleurs résultats avec la machine à filer le lin modifiée suivant les propriétés particulières de la nouvelle fibre. Avec ce pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cédé, il se produit toujours plus ou moins de mélange et d'entrelacement de filaments qui feraient éprouver de grandes difficultés dans la production économique du fil. Cet inconvénient ne peut d'ailleurs être évité, même avec l'emploi des meilleurs systèmes connus pour le nettoyage de la fibre : en France, il se produit une grande proportion de déchet que l'on vend ensuite à bas prix pour d'autres travaux.

Il résulte de ce qui précède que l'on n'a pas encore atteint, ni en Europe ni en Amérique, un degré de perfectionnement suffisant dans les moyens de travailler la ramie.

Quant à la qualité, l'article chinois, traité et nettoyé à la main, est plus brillant qu'aucun des échantillons sortant des machines. Ce produit se présente sous forme de rubans ou lanières plates encore garnies de l'enveloppe de la plante; il ne saurait être comparé à la filasse bien nettoyée; cependant les manufactures de Providence le préfèrent à la ramie nettoyée chimiquement qui pourrait ne pas donner de bons résultats avec leurs procédés de fabrication.

Résumé de la situation. — Il semblerait, d'après ce qui précède, que la situation de cette industrie est presque désespérée : ce serait vrai si l'on ne considérait que les articles optimistes publiés sur les profits de cette culture, qui d'ailleurs ne mentionnent pas les motifs pour lesquels l'industrie de la ramie n'est pas encore installée.

La fourniture de ce textile en Europe est aux mains des Chinois. La ramie est produite en Chine par de petits moyens et préparée à l'aide de procédés primitifs qui donnent à peine deux livres de matières par jour. Le traitement se fait de la façon suivante : la tige fraîche est dépouillée de ses feuilles et raclée avec un couteau de bambou qui enlève la première écorce. La partie fibreuse est alors extraite en rubans minces que l'on fait bouillir avec de l'eau et de la cendre de bois, on étend ensuite les fibres et on les fait sécher. On répète cette opération plusieurs fois et on arrive ainsi à enlever 25 p. 100 des matières gommeuses contenues dans la plante.

Dans les ateliers chinois, les filaments sont ensuite adroitement attachés bout à bout et le fil délicat ainsi formé est tissé et forme ce produit merveilleux appelé *china grass cloth.* S'il fallait effectuer un semblable travail et une manutention si laborieuse, la situation serait très décourageante : c'est cependant à cet état que l'industrie de la ramie stationne depuis des siècles en Orient.

Au lieu d'une production de 2 à 3 livres par homme et par jour, nous pouvons, avec les machines actuelles, toute défectueuses qu'elles sont, produire plus d'une demi-tonne en dix heures. Avec une machine de Landtsheer, à Paris, pendant l'été dernier, on est arrivé à produire 22 livres de filaments verts en 2 minutes et demie, ce qui, en comptant environ 20 p. 100 de rebuts et de déchets, correspond à une production de 1 400 livres de matières sèches par jour.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, il est urgent de pousser l'étude des moyens mécaniques en Amérique pour pouvoir être, sous ce rapport, à la hauteur des industriels français.

Les résultats obtenus à l'étranger ont inspiré une telle confiance dans le succès, qu'il se forme partout des sociétés pour l'exploitation de la ramie. Au Mexique, d'immenses plaines sont réservées à la culture de cette plante et des usines françaises et américaines viendront cette année s'y installer. Les républiques du Sud sont aussi très actives. Au Venezuela, le gouvernement a accordé 2500 arpents à une compagnie qui a déjà commencé son exploitation. A Cuba même, on commence à cultiver la ramie et l'an dernier des machines françaises ont été expédiées jusque dans les îles Sandwich, où l'on est parvenu à produire une certaine quantité de fibres propres au commerce.

Il est bon de rappeler que la Société *la Ramie française*, à la tête de laquelle se trouve M. Favier, a monté, l'an dernier, trois usines à décortiquer, en France, en Espagne et en Égypte.

En prenant pour base des calculs la quantité de tiges que peut produire un hectare et en tenant compte des frais de culture et de décortication, il nous a été affirmé que le revenu que l'on peut retirer d'un hectare, dès la troisième année, pourrait s'élever à 1500 francs.

Il n'y a donc pas le moindre doute, la culture de la ramie sera des plus rémunératrices, si elle est établie dans de bonnes conditions. Cette perspective doit suffire pour encourager les cultivateurs et les industriels à faire les plus grands efforts pour surmonter les derniers obstacles.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Accumulateur Oerlikon. — L'accumulateur Oerlikon de Zurich appartient au type Faure. La matière active est de l'oxyde de plomb contenu dans les ouvertures de grillages en plomb qui ne sert que comme support et comme conducteur du courant. Les lames de plomb sont verticales et le courant est conduit dans les lames positives par les angles supérieurs et dans les lames négatives par les angles inférieurs. On obtient ainsi une meilleure répartition du courant, la durée des lames est plus grande parce qu'elles s'usent plus uniformément et par suite plus lentement.

La disposition la plus intéressante consiste dans l'emploi d'électrolyte gélatineux, au lieu d'acide sulfurique dilué. On mélange à une solution de silicate de soude, de l'acide sulfurique étendu; il se forme une gelée composée d'acide sili-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cique d'acide sulfurique, de sulfate de soude. Cette masse se moule sur les surfaces conductrices. Les bulles de gaz formées pendant la charge se creusent contre les parois une sorte de canal qui se referme aussitôt après leur passage.

Avec cette gelée, la résistance de l'élément est plus grande qu'avec l'acide sulfurique étendu, mais cet inconvénient est largement compensé par les avantages que présente l'emploi de cet électrolyte.

En effet, la gelée maintient la matière active dans les grilles et il devient possible de charger l'accumulateur avec un fort courant; la présence du sulfate de soude dans la gelée empêche la formation d'une couche de sulfate de plomb sur les surfaces, lorsque l'élément est en repos, formation qui est très préjudiciable à la conservation de la matière active et des lames. Enfin, l'emploi de cet accumulateur peut se faire en toute sécurité, car la rupture d'un vase n'entraîne pas sa mise hors de service immédiat.

Reproduction de l'écriture. — Félix Forstner de Vienne a imaginé un nouveau procédé pour la reproduction d'écriture ou de dessins au moyen d'une glace.

Une feuille de papier non collée est successivement enduite de colle de pâte, de gomme arabique et de deux couches de peinture à l'huile. On écrit ou l'on dessine d'après les procédés lithographiques ordinaires sur le papier ainsi préparé; après l'avoir laissé sécher, on l'étale sur une glace enduite de vernis à l'huile de lin, on passe à plusieurs reprises sur le verso une éponge humide; enfin, on détache la feuille de papier et on l'enlève. La glace est alors prête et peut servir à tirer, à peu de frais, de nombreux exemplaires d'une circulaire ou d'un dessin.

Néphoscope de Fineman. — Le néphoscope est un instrument qui sert à mesurer la hauteur des nuages ainsi que la vitesse et la direction de leur mouvement.

Le néphoscope de Fineman se compose essentiellement d'une boussole sur le châssis de laquelle se trouve un anneau servant de cadre à un miroir noir.

Ce miroir, parallèle au plan de l'aiguille, est mobile autour de son centre dans son plan. Sur sa surface sont gravés trois cercles concentriques et quatre diamètres correspondants aux divisions de la boussole. L'un de ces diamètres sert à l'orientation de l'instrument et aboutit au centre d'une petite fenêtre pratiquée dans l'anneau, par laquelle on peut observer l'aiguille aimantée.

Une tige cylindrique est fixée au châssis de la boussole, elle est divisé en millimètres et le zéro de la graduation correspond à la surface du miroir, au plan duquel elle est perpendiculaire. Sur cette tige glisse un curseur muni d'une vis de rappel qui porte un réticule servant de point de mire.

Pour faire une observation, on tourne l'instrument de manière que le point de mire, le nuage et le centre du miroir soient dans un même plan vertical. On

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

déplace le point de mire sur sa tige, jusqu'à ce que l'œil, placé au réticule, aperçoive le nuage au centre du miroir ; et on fait tourner le miroir jusqu'à ce que le rayon correspondant à la petite fenêtre soit dans le méridien magnétique. On note le temps que met l'image à parcourir la distance connue des deux cercles concentriques; enfin on lit la hauteur du point de mire au-dessus du miroir : on peut alors calculer la hauteur du nuage, la direction et la vitesse de son mouvement.

(*Dingler's Polyth. Journal.*)

Éclairage de la Bibliothèque nationale de Paris et du British Museum de Londres. — La plupart des musées et bibliothèques de France et de l'étranger ne sont ouverts que durant la journée, par le fait qu'on a craint, jusqu'à présent, d'en assurer l'éclairage par les moyens dont on pouvait disposer jusqu'à notre époque : on comprend, en effet, toutes les précautions que l'on doit prendre pour préserver de l'incendie les richesses sans nombre entassées dans ces monuments et qui constitueraient précisément un aliment de choix pour le feu. C'est pour cette raison que, notamment en ce qui concerne notre Bibliothèque nationale, si riche en trésors de toutes sortes, on a consacré de longs efforts à parachever son isolement des maisons voisines, et pour cette raison aussi qu'on a souvent demandé que, dans ces bâtiments, pas plus qu'au Louvre ou ailleurs, il ne pût désormais être logé aucune partie du personnel, dont les imprudences possibles menacent de destruction tant de choses précieuses accumulées.

Or on parle en ce moment d'éclairer les salles de travail de la Bibliothèque nationale, qui ferment actuellement à 5 heures, et de les laisser ouvertes jusqu'à 10 heures du soir : on comprend de quel intérêt serait cette mesure pour le nombreux public des travailleurs qui ne sont libres pour leurs travaux personnels que dans la soirée. Il s'agirait, bien entendu, de l'éclairage électrique, qui est particulièrement précieux, en ce qu'il écarte à peu près complètement les dangers d'incendie à redouter avec les autres modes d'éclairage; or, tout dernièrement, mettant à profit ces avantages, les Anglais, qui tiennent autant à leurs collections que nous-mêmes aux nôtres, viennent d'installer l'électricité au Bristish Museum. Cet exemple est bon à citer en ce moment. L'ensemble de l'éclairage du Museum est composé simultanément de lampes à arc et de lampes à incandescence; les premières sont principalement disposées dans les grandes galeries du rez-de-chaussée et même dans certaines galeries du premier étage. Mais la plus grande partie du Musée est éclairée par des lampes à incandescence. On compte 69 lampes à arc au rez-de-chaussée et 57 au premier étage; les lampes à incandescence sont au nombre total de 627. L'ensemble de l'éclairage absorbe plus de 150000 watts; le courant est fourni par quatre dynamos Siemens, chacune d'elles pouvant fournir 450 ampères, avec une différence de potentiel de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

130 volts; elles sont en communication avec un commutateur établi dans la chambre des machines et d'où partent les quatre circuits principaux desservant tout l'édifice. Les dynamos sont mues par deux machines horizontales entièrement indépendantes l'une de l'autre; chacune peut suffire à elle seule au besoin à l'éclairage du Museum.

On a prévu les accidents possibles dépendant de l'arrêt d'une machine, et, pour éviter qu'il ne pût se produire une extinction complète dans une galerie, on a réuni les lampes par paires alternativement : si une des machines s'arrête et avec elle les deux dynamos qu'elle commande, la moitié des lampes restent allumées. Les essais ont été pleinement satisfaisants, et il faut espérer que cet exemple sera bientôt suivi en France, où nos maisons d'éclairage électrique ont déjà fait leurs preuves.

(*La Nature.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 12 juin 1891.

Présidence de *M. Troost*, vice-président.

M. François, rue d'Aubilly, 3, à Charleville (Ardennes). — Dessin et description d'une boussole de poche à cadran solaire. (Arts mécaniques.)

M. Dumont-Catelain, rue des Carmélites, 3, à Pont-Audemer (Eure). — Machine à coudre à crochet horizontal. (Arts mécaniques.)

M. Jean Baylac, ingénieur, avenue de Villars, 8. — Système de robinet à fermeture lente automatique. (Arts mécaniques.)

M. Voirin, ingénieur-constructeur, rue Mayet, 15. — Nouvelle machine à imprimer en taille-douce (système Larivière). (Arts mécaniques.)

MM. Delfosse et Zollaeys, soldats au 1er régiment étranger, à Mecheria (Algérie). — Système mécanique marchant à l'air ou à l'eau comprimés, mouvement perpétuel. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Note sur la navigation aérienne. (Arts mécaniques.)

M. Sauvageot, ingénieur-constructeur, à Messia, près Lons-le-Saulnier (Jura).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Palier à coussinets roulants ou galets libres et indéviables. (Arts mécaniques.)

M. Discourt, rue de Reuilly, 81. — Fourneau à cuisine économique. (Arts économiques.)

M. Revin, ingénieur à Avesnes-sur-Helpe (Nord). — Notice sur le Métropolitain de Paris. (Constructions et beaux-arts.)

M. Killian, rue Stéphenson, 35. — Fourneau économique pour cuisine. (Arts économiques.)

M. Marie Fillion, chez M. Miot, rue d'Hautpoul, 4. — Notice sur le rayon vecteur-levier excentro-concentrique. (Arts mécaniques.)

M. Baurès, à Montégut (Ariège). — Ascenseur d'eau à toute hauteur. (Arts mécaniques.)

M. Eugène Bourreau, rue des Écoles, 17. — Appareil de chauffage. (Arts économiques.)

M. Émile Belloc, rue de Rennes, 105. — Appareil de sondage portatif à fil d'acier. (Arts mécaniques.)

M. Chenot aîné, ingénieur civil, rue du Landy, 69, à Clichy. — Machines-outils. (Arts mécaniques.)

M. William Sellers, à Philadelphie, correspondant de la Société, envoie les photographies et la description d'une machine à raboter de 10 pieds sur 36. (*Bulletin.*)

M. le Président de l'Association française pour l'avancement des sciences annonce que cette association tiendra son 20e congrès à Marseille, du 17 au 24 septembre 1891, et met à la disposition du Président une carte d'admission aux séances.

M. Drzewiecki, ingénieur, rue de Lisbonne, 26. — Brochures intitulées : Le Vol plané, essai d'une solution mécanique du problème; Les Oiseaux considérés comme aéroplanes animés, essai d'une nouvelle théorie du vol. (Arts mécaniques. Concours.)

M. Mabyre, rue des Saints-Pères, 30. — Ouvrage intitulé : *la Poste, le Télégraphe et le Téléphone.* (Arts économiques.)

M. Thomas de Dienheim Brochocki, ingénieur civil, rue de Cérisoles, 6, demande à la Société de vouloir bien accepter le dépôt d'un pli cacheté contenant la description d'un procédé économique de fabrication des oxydes anhydres de barium, de strontiun et de l'eau oxygénée. (Ce dépôt est accepté.)

M. Solvay adresse à la Société ses remerciements pour l'honneur qu'elle lui a fait en lui décernant la médaille Lavoisier ; il joint à sa lettre une notice sur le développement des usines qu'il a créées pour la fabrication de la soude à l'ammoniaque.

Mme veuve Amédée Boitel fait hommage à la Société de l'ouvrage de son mari, M. Boitel, ancien membre du Conseil, que vient de faire paraître sous le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

titre de : Agriculture générale, la bibliothèque de l'enseignement agricole publiée sous la direction de M. Müntz, par la maison Firmin-Didot. (Bibliothèque.)

M. Auguste Cabanie, avenue Montgaillard, 2, à Toulouse. — Procédé de reproduction photographique désigné sous le nom de photographie stratégique. (Beaux-Arts.)

M. Margaine, peintre-céramiste, 27, rue de Paris, à Clamart (Seine). — Nouveau procédé de décoration des matières céramiques. (Beaux-Arts.)

M. de Gaulejac, à Agen. — Note sur les travaux de gazonnement de terres incultes en montagne. (Agriculture.)

M. Lechien, à Mons (Belgique). — Note sur l'ensemble de ses travaux sur l'éclairage de sûreté. (Arts mécaniques.)

M. Legrand, à Reims (Marne). — Procédé d'épuration des eaux industrielles à l'aide de la force centrifuge et de la filtration. (Arts économiques.)

M. Courant, à Tigné (Maine-et-Loire). — Diverses spécialités de médecine vétérinaire. (Agriculture.)

M. Renaud, dessinateur à Bois-de-Colombes (Seine). — Programme général d'enseignement de la lithographie et de ses dérivés. (Beaux-Arts.)

M. Jagnaux, boulevard Voltaire, 199, adresse pour le concours les deux ouvrages suivants : Histoire de la chimie, 2 vol. — Analyse chimique des substances commerciales, minérales et organiques. 1 vol. (Arts chimiques.)

M. Rousseau, conservateur des forêts, à Carcassonne. — Guide pratique de reboisement. (Agriculture. Concours.)

M. Lequier, à Courbevoie. — Exposé sommaire d'une combinaison financière. (Commerce.)

M. Maurice de la Sizeranne, secrétaire général de l'Association Valentin Haüy, adresse pour concourir au prix d'Aboville une demande de l'ouvroir des ouvrières aveugles d'Illiers (Eure-et-Loir).

M. le Président du Conseil d'administration de la Société marseillaise des ateliers d'aveugles adresse une demande semblable. (Commerce.)

M. Didier, secrétaire général de la Compagnie des forges de Châtillon et Commentry, envoie une brochure intitulée : Étude sur l'inventaire des sociétés industrielles. (Commerce.)

M. de Hérédia, président de l'Union latine franco-américaine, annonce que cette association se propose de constituer un comité qui présidera, en 1892, à la célébration du quatrième centenaire de la découverte de l'Amérique. (Bureau.)

Ouvrages offerts à la Société :

Description des mollusques fossiles des terrains crétacés de la région Sud des hauts plateaux de la Tunisie, par *MM. Philippe Thomas et Alphonse Perron*, 2e partie.

Bulletin du Conseil supérieur de statistique, n° 4, session 1890.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bulletin de l'Institut égyptien, troisième série, n° 1, année 1890.

La Science française, revue populaire illustrée, rédacteur en chef *Charles Simond :* les 13 premiers numéros.

Exposition des théories des surfaces, par H. Résal, membre de l'Institut ; offert par *M. Gauthier-Villars*, éditeur, membre de la Société.

La Construction mécanique; Éléments, par *J. Buchetti*, ingénieur civil.

Annuaire des chemins de fer. E. Marchal directeur; Dentu éditeur, 1891, 6e année.

La Machine à vapeur étudiée et jugée à la lumière de la thermodynamique, par *M. D.-A. Casalonga*, ingénieur civil ; br.

Notice sur le nouveau compteur d'énergie électrique, par *Étienne Marès.*

Recueil des publications de la Société havraise études diverses, 57e année : 4 trimestres de 1890.

Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur, section française, exercice 1890.

M. Albaret, sa vie et ses travaux, discours prononcé à la Société des agriculteurs de France le 29 janvier 1891, par le *comte de Salis,* président de la section de génie rural.

La Ramie, par *M. Auguste Moreau*, ingénieur, membre du Comité des ingénieurs civils de France.

Création à Paris d'une bourse des travaux publics et de la construction, exposé général.

L'Enseignement par les yeux appliqué à la culture du blé, par *Louis Mesnard*, médecin vétérinaire ; br.

Rapport des comités. — *Déclaration de vacance.* — *M. Lecœuvre* demande au Conseil de déclarer une vacance dans le Comité des arts mécaniques pour procéder à la nomination d'un membre en remplacement de *M. le colonel Goulier*, décédé.

La vacance est déclarée par le Conseil.

Contrôle des surfaces optiques. — *M. Mascart* fait, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur un mémoire intitulé : Méthodes et dispositifs pour le contrôle et l'exécution des surfaces optiques, planes ou courbes, à l'usage des instruments de précision, par *M. Léon Laurent.*

Ce mémoire est une sorte de formulaire général de l'art de l'opticien, aussi le travail de M. Laurent est-il de nature à rendre les plus grands services dans les ateliers et les physiciens eux-mêmes y trouveront une foule de renseignements précieux.

Le Comité des arts économiques a l'honneur de proposer au Conseil :

1° D'adresser des remerciements à M. Laurent pour sa remarquable communication ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la la Société;

3° De publier le mémoire de M. Laurent avec les figures qui l'accompagnent et qui sont nécessaires pour l'intelligence du texte.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Poulies en papier. — *M. Lecœuvre* fait, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur les poulies en papier de *M. Burot*, ingénieur-mécanicien, à Angoulême. Ces poulies se composent d'un moyeu en fonte, de bras en fer à section circulaire et d'un cercle en fer mince sur lequel on enroule du papier en bande formant la jante proprement dite. Le papier humecté ou sec est ensuite enduit de colle, enroulé et comprimé en une seule opération sur le cercle en fer. Ces poulies, ayant les avantages des poulies en bois sous le triple rapport de la légèreté, de l'équilibre et de l'adhérence, seraient parfaites et pourraient être employées en toutes circonstances, si, comme celles des autres systèmes, elles étaient en deux parties.

M. Burot ne perd pas de vue cette disposition dont l'étude est assez avancée pour être mise très prochainement à exécution.

Bien que les poulies en papier n'aient pas encore atteint le degré de perfection qu'on est en droit de leur demander, le Comité des arts mécaniques est d'avis qu'il est intéressant de les signaler dès à présent aux industriels.

En conséquence, le Comité propose au Conseil de remercier M. A.-L. Burot de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin*, avec figures intercalées dans le texte.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Volant cardeur pour coton. — *M. Édouard Simon* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur le volant cardeur pour coton et la grille perfectionnée à barreaux réglables, de *M. Auguste Kirschner*, directeur des filatures de la Société cotonnière, à Saint-Étienne-du-Rouvray (Seine-Inférieure). La Société d'Encouragement s'est occupée, à diverses époques, du battage des cotons et des moyens de substituer l'action d'aiguilles plus ou moins fines et nombreuses aux chocs violents d'organes frappeurs.

Les appareils de M. Kirschner paraissent faire disparaître ces inconvénients, et les perfectionnements qu'il a apportés à cet outillage méritent d'autant plus d'être vulgarisés, que leur adoption n'entraîne que des transformations peu onéreuses du système existant.

En conséquence, le Comité propose de remercier M. Kirschner de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec une planche de dessins et une légende explicative.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Communications. — *Réchaud.* — *M. Good*, directeur du *Chercheur, journal des inventions nouvelles,* présente à la Société un réchaud à esprit-de-vin, inventé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par *M. Allain*, 8, avenue de l'Église, à Créteil. Le corps du réchaud est rempli de ouate modérément bourrée, destinée à absorber l'esprit-de-vin, de telle sorte qu'on peut renverser le réchaud sur le côté, ou le retourner complètement, sans répandre le liquide. Tout danger d'incendie est donc écarté. Au centre du récipient est un large trou cylindrique autour duquel est disposé un tube cylindrique en carton d'amiante, servant de brûleur en contact avec la ouate imbibée d'alcool et remplaçant la mèche. Un tube obturateur métallique, glissant à l'intérieur du brûleur, peut être manœuvré par un levier coudé aboutissant au manche de l'appareil. En faisant descendre ou monter ce tube, on règle la hauteur de la flamme; en le remontant complètement, on obstrue complètement le brûleur et le réchaud s'éteint sans qu'on ait besoin de le souffler.

Compteur d'énergie électrique. — *M. Good* présente ensuite le compteur d'énergie électrique inventé par *M. Étienne Marès,* de Montpellier, fils de M. Marès, membre correspondant de la Société, et construit par *M. Déjardin*, horloger-mécanicien à Paris. Cet appareil vient d'être honoré d'un des prix de mille francs décernés aux meilleurs compteurs pour les courants continus, au concours récemment organisé par le Conseil municipal de Paris. Le compteur Étienne Marès se compose essentiellement d'une balance romaine, dont le fléau porte à l'une de ses extrémités un contrepoids vissé permettant d'en régler l'équilibre, tandis qu'à l'autre extrémité est suspendue une bobine qui peut se déplacer d'une très petite quantité entre deux autres. Le peson, petit récipient contenant de la grenaille de plomb, est suspendu à un chariot à galets voyageant sur le fléau. Le dessus du chariot porte une crémaillère engrenant avec la roue du compteur proprement dit tant que le fléau est horizontal. Quand l'appareil est équilibré à la position correspondant au 0 de la romaine, si l'on fait passer dans les bobines une quantité d'électricité égale à 5, par exemple, l'équilibre sera obtenu et le fléau trébuchera quand le chariot portant le peson aura fait 5 centimètres, pour 10 unités électriques, quand il aura fait 10 centimètres, et ainsi de suite.

Or, tant que l'influence électrique pèse plus que le peson, la crémaillère fait tourner la roue de comptage; mais dès que le peson est assez écarté, le fléau bascule et la crémaillère quitte la roue de comptage qui s'arrête. Par conséquent, la roue du compteur tourne d'une quantité exactement proportionnelle à l'énergie traversant les bobines. Pour exécuter ces mesures à intervalles réguliers, l'appareil comprend une petite horloge, remontée par l'électricité. Quant à la manœuvre de va-et-vient du chariot sur le fléau, elle se fait au moyen d'un toc qui se déplace suivant une ligne horizontale au moyen d'un engrenage de Lahire.

M. Good cite, sur cet appareil, l'opinion de M. de la Bédoyère : « Le compteur de M. Marès est un des meilleurs de ceux connus jusqu'ici; en effet, c'est un appareil dans lequel les forces qui interviennent sont connues comme grandeur, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont les détails mécaniques étudiés un à un tant par l'inventeur M. Marès que par M. Déjardin le constructeur, sont aussi ingénieux que pratiques. »

M. le Président remercie *M. Arthur Good* de ces deux communications, qui sont renvoyées au Comité des arts économiques.

Balance de précision. — M. V. Serrin présente un nouveau système de balance de précision à pesées rapides :

La nouvelle balance a pour but, non seulement d'effectuer des pesées rapides, mais encore de supprimer tous les poids divisionnaires à partir du décigramme.

A cet effet, un des bras du fléau reçoit l'une des extrémités d'une toute petite chaîne, dont l'autre est fixée à un curseur glissant sur une colonne verticale graduée en 100 parties de 2 millimètres, représentant chacune un milligramme, qu'un vernier permet encore de diviser en dixièmes et au delà, au besoin.

La chaîne se manœuvre facilement de l'extérieur de la cave à l'aide d'un bouton spécial de telle façon que, lorsqu'une pesée a été ébauchée à un décigramme près, il n'est plus nécessaire d'ouvrir la cage pour la compléter.

Pour en connaître la valeur, il suffira d'ajouter aux poids déposés dans l'un des plateaux le nombre de dixièmes de milligramme indiqué sur la colonne par le curseur.

En résumé, on voit que, par ce nouveau système, les manipulations si longues et si délicates des poids divisionnaires et du cavalier sont supprimées et remplacées par une opération simple et rapide, permettant d'abréger considérablement le temps qu'exige d'ordinaire la pesée de précision.

Enfin un dernier avantage est la propriété que possède la chaîne d'amortir notablement les oscillations du fléau.

M. le Président remercie *M. Serrin* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Séance du 26 juin 1891.

Présidence de *M. le général Sebert*, vice-président.

M. Caron Druebert, à Vaux-Audigny (Aisne). — Moteur approprié aux usages agricoles, avec notice sur les appareils qu'il a déjà inventés. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre 77. — Observations sur la note de M. André Dubois sur un moyen d'apprécier le mouvement vertical des aérostats. (Arts mécaniques.)

M. Baurès, à Montegud (Ariège). — Moteur perpétuel doublant le travail moteur. (Arts mécaniques.)

M. l'abbé Le Dantec, professeur à Tréguier (Côtes-du-Nord). — Résumé de diverses inventions qu'il désire soumettre à la Société. (Arts mécaniques.)

M. Morin, rue Oudinot, 1. — Lanterne fumivore. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Chenot, à Clichy-la-Garenne. — Système de propulsion et de direction des bateaux dans les eaux peu profondes. (Arts mécaniques.)

M. Gibault, rue de Vanves, 37. — Système d'épurateur parisien des eaux d'alimentation des chaudières à vapeur (Arts mécaniques.)

M. Paraire, rue des Petites-Écuries, 51. — Exposé des principes et description d'un nouveau système de machine à air chaud. (Arts mécaniques.)

M. William Sellers, de Philadelphie, correspondant de la Société, envoie un numéro des Procès-Verbaux du club des ingénieurs de Philadelphie, qui contient son discours annuel et son portrait.

M. Henry Chapman, ingénieur, correspondant de la Société, fait hommage des ouvrages suivants :

Electric light cables. Silvertown.

Locomotive development. Clément E. Stretton.

Observations on various matters of interest to engineers in the United States of America. Jeremiah Head.

Board of trade report upon M'Neils patent steel embossedman and mud-hole doors. (Bibliothèque.)

M. le Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts envoie pour la bibliothèque de la Société le onzième volume de l'Inventaire général des richesses d'art de la France.

M. le Ministre du commerce et de l'industrie envoie pour la bibliothèque de la Société deux volumes des rapports du jury international publiés sous la direction de M. Alfred Picard, contenant : *Groupe de l'économie sociale*. Première partie. Premier fascicule. — *Groupe II*, première partie. — Éducation et enseignement, classes 6, 7, 8, et 6, 7, 8.

Les ouvrages suivants offerts à la Société sont signalés : *Aluminium*, par *Joseph W. Richards*, professeur de métallurgie, à l'Université de Lehigh, Philadelphie.

Smithsonian Institution. The toner lectures. Lecture X. *Clinical study of the skull*, par *Harisson Allen*. — *The correction of sextants for errors electricite and graduation*, par *Joseph Rogers*. — *Index to the litterature of thermodynamics*, par *Alfred Tuckermann*.

Comité de conservation des monuments de l'art arabe. Exercice 1890. Fascicule VII.

Nomination de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Étienne Marès, ingénieur à Montpellier, présenté par *MM. Aimé Girard* et *Marès* père.

M. Louis Knab, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures, présenté par *MM. Carnot* et *Jordan*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Dr A.-P. Mora, préparateur au laboratoire municipal de Caracas.

M. Perman Pimenez, ingénieur, ministre actuel des travaux publics du Venezuela.

M. Carlos Echenique, ingénieur à Caracas, présenté par *M. Marcano*.

COMMUNICATIONS. — *Le Métallochrome.* — *M. Josz* présente son procédé d'impression polychrome directe sur surfaces métalliques qu'il nomme *métallochrome*.

Jusqu'ici toutes les impressions sur métal s'obtenaient par le décalque d'une feuille fraîchement imprimée ou par le transfert de l'impression sur feuille de caoutchouc sur celle de métal ; il fallait pour cela construire des machines lithographiques spéciales, afin d'obtenir le repérage exact des différentes couleurs formant le sujet et, à cause des difficultés que présente le transfert d'une surface de couleur unie, on ne pouvait obtenir sur métal que des impressions chromos formées par points et hachures, ce qui exclut absolument l'imitation de la peinture ; la couche d'encre d'impression appliquée sur la surface unie du métal subit inévitablement les effets de dilatation et de rétrécissement des différentes températures auxquelles la feuille métallique est exposée : les imprimés ainsi obtenus craquellent au bout d'un certain temps et finissent même par quitter la surface métallique par écailles.

Pour pouvoir imprimer directement avec une surface dure, qui est la pierre lithographique, sur une autre surface dure qui est le métal, il fallait pouvoir rendre la surface métallique assez élastique et souple, afin de prendre l'encre dont est garnie la pierre, sans empâter ni écraser les détails du sujet.

Pour atteindre ce résultat, le procédé métallochrome procède comme il suit : Sur la surface métallique devant être imprimée, on produit par la projection mécanique de sable très fin un grain fin et serré que l'on dilate et épure, par l'immersion dans différentes solutions alcalines ; cette surface dépolie et veloutée prend l'impression lithographique aussi bien que le papier et les étoffes ; aussitôt après l'impression, on porte la feuille métallique dans une étuve spéciale à 50 degrés, ce qui a pour but de faire asseoir l'encre dans les pores ; l'impression n'est donc plus superficielle, mais imprimée dans le métal même dont elle peut suivre la dilatation et le rétrécissement sans subir aucune altération.

Les imprimés métallochromes, recouverts par un double vernis appliqué à chaud et fixé à l'étuve, présentent les mêmes conditions de solidité que la faïence et l'émail.

M. Josz présente également le procédé qui lui permet d'imprimer aussi en couleur sur le celluloïd et montre des échantillons.

M. le Président remercie *M. Josz* de son intéressante communication, qui est renvoyée à la Commission des beaux-arts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Appareil de sondage. — *M. Émile Belloc* fait une communication sur son nouvel appareil de sondage portatif, à fil d'acier.

Ceux qui se livrent à des travaux scientifiques dans les montagnes savent combien il est urgent de réduire au strict nécessaire le poids et le volume des appareils. Cette considération et les études que je poursuis depuis plusieurs années dans les lacs de la haute montagne, notamment dans les Pyrénées, m'ont amené à imaginer un petit instrument de sondage et de recherches, d'une grande légèreté, pourvu des organes les plus essentiels, et dont la précision ne laisse rien à désirer.

Cette petite machine, pesant moins de 4 kilog., avec laquelle j'ai déjà fait un grand nombre d'expériences diverses, m'a servi de modèle pour combiner un nouvel appareil également portatif, et muni, comme le premier, d'un fil d'acier, mais plus robuste et approprié aux recherches sous-marines.

En voici la description :

Un bâti formé de deux flasques parallèles en bronze, que réunissent des entretoises de même métal, est solidement fixé sur une forte planchette servant, en même temps, de socle à la machine et de fond à la caisse d'emballage (1) destinée à la transporter.

Un tambour en fonte est calé sur l'arbre principal de la machine. Il peut enrouler environ 1 100 mètres de fil d'acier de 8/10 de millimètre, ou 2 000 mètres de fil de 5/10. Les deux extrémités de l'arbre reçoivent chacune une manivelle destinée à manœuvrer l'appareil pour remonter la sonde.

A droite du tambour, une roue à rochet permet d'arrêter brusquement la machine. A gauche une gorge peut laisser passer une lame de frein dont le double rôle est de régulariser le déroulement du fil et de signaler automatiquement la fin de la course du poids de sonde.

Du tambour autour duquel il s'enroule, le fil passe sur une poulie plus élevée et, de là, il est renvoyé sur une seconde roue située à la partie inférieure et à demi plongée dans un auget pouvant contenir une matière destinée à protéger le fil contre l'oxydation. Cette roue est supportée par un levier qui agit sur le frein pour indiquer le moment précis où la sonde touche le fond. Ensuite le fil remonte verticalement dans la gorge d'une poulie métrique, c'est-à-dire munie d'un compteur de tours à cadran, qui a pour base deux subdivisions du mètre ; il l'enveloppe complètement avant de s'engager entre deux cylindres entourés d'un feutre épais, qui servira à le sécher à la montée, et, finalement, il se coude presque à angle droit sur une quatrième poulie, placée à l'extrémité de la flèche ou bigue, qui surplombe l'endroit où la sonde doit être immergée.

Les excès de tension sont atténués par le frein automoteur, qui se règle faci-

(1) Les dimensions de cette caisse, égales, à l'épaisseur du bois près, à celles de la machine, sont $0^m,30 \times 0^m,45 \times 0^m,50$. Le poids de l'appareil est d'environ 20 kilog.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lement à l'aide d'une patte à ressort placée au bas du tambour et à l'arrière de la machine. Le compteur est actionné par une vis sans fin sur l'axe de laquelle est fixée la poulie métrique.

La flèche est démontable à son point d'attache. A l'aide d'une disposition fort simple, on peut, selon les besoins du moment, changer sa direction à droite ou à gauche, lui permettre un mouvement de va-et-vient entre deux points déterminés, ou l'immobiliser sur un point quelconque du plan horizontal dans lequel elle se meut, sans arrêter la marche de la machine. Il en résulte que l'opérateur peut, sans se pencher hors du bateau, manœuvrer la flèche et, par conséquent, ramener la ligne de sonde contre le bord ou à l'intérieur de l'embarcation, pour y attacher les poids de sonde ou les instruments destinés aux recherches. L'arc de cercle que la flèche est capable de décrire peut atteindre 180°.

Afin d'adoucir les frottements, les poulies sont en bronze, tandis que les axes sont en acier. Ceux-ci ont été calculés pour ne jamais supporter un effort supérieur à 2 kilog. par millimètre carré.

Les chapeaux des paliers, disposés comme des susbandes d'affûts, sont facilement démontables, n'étant tenus que par des chevilles à ergot.

Réduit au minimum de poids et de volume, cet appareil peut recevoir des applications fort nombreuses ; et, quoiqu'il soit principalement destiné à l'étude des eaux et des fonds marins et lacustres, il peut être utilement en dehors de l'élément liquide, pour mesurer verticalement la profondeur de toute cavité, ou la hauteur de toute élévation dont le sommet est praticable et la base peu accessible.

Si rapide et si incomplète que soit la description qu'on vient de lire, de cet appareil et des applications diverses auxquelles il se prête, elle permet cependant de se faire une idée des services que peuvent en attendre les marins, les ingénieurs hydrographes et les explorateurs.

En dehors même des études savantes, il est incontestable que la marine, pour ses sondages courants, aurait tout avantage à se servir d'un appareil de ce genre, précis et parfaitement maniable ; dans lequel le fil d'acier, toujours égal, à peu près inextensible, ne donnant, à cause de son faible diamètre et du poli de sa surface, aucune prise aux courants, remplacerait le fil ordinaire en matière textile, déroulé à la main, qui s'allonge ou se raccourcit et ne peut fournir que des résultats approximatifs.

Grâce à l'intervention de M. le baron J. de Guerne, j'ai pu soumettre à S. A. le prince Albert de Monaco, durant la période d'armement scientifique de son nouveau yacht *la Princesse Alice*, les plans de mon nouvel appareil. Le prince ayant bien voulu en faire exécuter un, son exemple a été immédiatement suivi par M. A. Delebecque, ingénieur des ponts et chaussées, à Thonon, dont l'Académie connaît les travaux sur les lacs de la Savoie. Il y a lieu d'espérer que cet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appareil, mis en œuvre de plusieurs côtés à la fois, aura satisfait très prochainement à l'épreuve décisive que lui feront subir les praticiens compétents.

M. le Président remercie *M. Émile Belloc* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Appareils à projections. — M. Ph. Pellin présente un appareil oxy-éthérique destiné à remplacer l'appareil oxhydrique pour les projections, lorsqu'on n'a pas à sa disposition les gaz d'éclairage.

Cet appareil a été apporté à M. Pellin par *M. J.-A. Zahm*, professeur à l'Université de Notre-Dame (Indiana); il a été construit par M. Mac-Intosh.

La partie essentielle est un cylindre garni intérieurement de feutre et dans lequel on introduit de l'éther; il porte un robinet à chacune de ses extrémités. Son emploi est des plus simples : sur le tube qui conduit l'oxygène du récipient au chalumeau, on branche un tube de dérivation qui permet à une partie de l'oxygène de traverser le cylindre carburateur et arriver de là au second robinet du chalumeau par un tube de caoutchouc. La durée du fonctionnement peut être de cinq heures avec 500 grammes d'éther, sous une pression de gaz oxygène égale à 20 cc. d'eau. M. Pellin fait fonctionner l'appareil devant la Société.

M. Pellin présente ainsi une modification qu'il a faite au chalumeau oxhydrique : au moyen d'une pièce spéciale il adapte, à la place du bâton de chaux, une lentille à base de magnésie, dont la durée peut être de cent heures si l'on évite l'élévation trop brusque de la température au moment de l'allumage. On n'a pas, avec ces lentilles, l'inconvénient que présentent les bâtons de chaux de se désagréger à l'air; la lumière obtenue est très intense et plus blanche.

M. le Président remercie *M. Pellin* de ces intéressantes communications, qui sont renvoyées au Comité des arts économiques.

Freins automatiques. — M. Gambaro, ingénieur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, présente :

1° Un modèle de treuil pourvu d'un frein automatique de son invention, réalisant en même temps un encliquetage pour maintenir la charge suspendue;

2° Un frein de véhicule de la voie de terre, monté et agissant sur le moyeu d'une roue d'arrière d'un omnibus de ville de la Compagnie de l'Est; ces organes sont en service depuis plusieurs années; le fonctionnement de l'appareil montre qu'un effort minime appliqué à la main, et directement sur l'organe de serrage, au moyen d'une ficelle et enfin avec une très faible course de la main, suffit pour produire le serrage;

3° Un wagonnet Decauville et un bout de voie Decauville de 5 mètres de longueur posé sur un plan incliné de 100/1000 (la pente du plan incliné de Saint-Germain est de 35/1000) et sur lequel il fait circuler le wagonnet, en montant et en descendant, en agissant sur la tige de traction; le wagonnet étant armé d'un frein automatique actionnant des tambours calés sur les essieux, on voit le frein

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se desserrer plus ou moins selon qu'on tire plus ou moins fort sur la tige de traction, puis le serrer automatiquement jusqu'au calage quand l'effort de traction cesse; en sorte que le wagonnet abandonné à lui-même stationne sur la voie du plan incliné; on vérifie qu'en actionnant la tige de traction dans le sens de la descente, la vitesse de ce mouvement est aussi faible que l'on veut, ce qui montre que malgré sa grande puissance le frein est modérable : ce wagonnet fonctionne depuis plusieurs années sur un plan incliné automoteur système Decauville qui relie le réseau de l'Est avec le sol d'une usine de la Compagnie située en contrebas de la voie.

Ces trois freins comportent comme organe de serrage un ruban métallique élastique enroulé en hélice autour du corps cylindrique tournant que l'on veut enrayer. L'hélice est fabriquée et montée de manière à laisser un jeu de quelques millimètres entre ses spires et le tambour de friction : ce dernier est donc parfaitement libre en dehors des périodes de serrage.

On produit le serrage en tirant tangentiellement sur le bout de l'hélice situé en avant de la rotation; on embraye ainsi successivement les spires avec le tambour : ce dernier en frottant contre l'hélice tend à l'entraîner, mais l'autre bout de l'hélice, celui qui est à l'arrière de la rotation, étant fixe, la pièce tournante tend à s'amarrer sur le point fixe; il y a serrage, puis calage plus ou moins rapide selon la valeur de l'effort de commande et sa durée. Aussitôt que cesse l'action de la commande sur l'hélice, cette dernière s'ouvre en vertu de son élasticité et il y a desserrage.

Dans les trois exemples produits, les points fixes des hélices freins étaient : 1er cas, sur le bâti du treuil; 2^{e} cas, sur l'essieu de l'omnibus; 3^{e} cas, sur le châssis du wagonnet.

On conçoit que, si le bout de l'hélice, situé à l'arrière de la rotation, était relié non plus avec un point fixe inébranlable, mais avec un autre corps ayant même axe de rotation que le tambour de friction, ce dernier entraînerait l'autre : l'hélice réaliserait ainsi, pendant sa période de serrage, un accouplement qui cesserait par le desserrage : l'hélice élastique est donc un organe d'embrayage et de débrayage.

La mise en œuvre de l'hélice élastique comme frein ou embrayage peut être produite autrement que par une commande tangentielle; il suffit d'appuyer sur le bout libre de l'hélice de manière à l'appliquer sur le tambour tournant; du reste l'action normale produit une composante tangentielle et on rentre dès lors dans les explications précédentes : par suite, si on conçoit une hélice élastique telle qu'un ressort à boudin, posée avec un certain serrage sur deux tronçons d'arbre posés bout à bout et ayant même axe de rotation, le serrage de l'hélice sur les arbres donnera une infinité de réactions normales engendrant autant de composantes tangentielles de frottement. Si on tente, avec les mains, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exemple, de faire tourner simultanément en sens contraire les deux tronçons d'arbre, les composantes tangentielles s'orienteront pour chaque tronçon en sens inverse des composantes tangentielles de l'autre tronçon et chaque portion d'hélice se serrera énergiquement sur le tronçon d'arbre qu'elle recouvre : par conséquent, une telle hélice permet de faire mener un arbre par un autre et constitue un manchon d'accouplement pour le sens de rotation de l'arbre meneur qui est le même que le sens d'enroulement des spires qui recouvrent ce même arbre meneur; pour le sens inverse, les composantes tangentielles dont il est parlé ci-dessus tendront au contraire à ouvrir l'hélice et par conséquent à la desserrer : donc, pour ce sens, il n'y aura pas accouplement. Ces deux propriétés de l'hélice élastique combinées ont donné naissance au cliquet nouveau présenté avec divers éléments, ressorts à boudin, tronçons de petits arbres métalliques, etc., qui permettent de vérifier expérimentalement les faits énoncés ci-dessus.

Enfin les hélices élastiques à spires non contiguës peuvent, non seulement comme les précédentes fonctionner comme organes de frein, d'embrayage, d'accouplement fixe; elles peuvent aussi réaliser le débrayage en comprimant l'hélice dans le sens de son axe de manière à augmenter le diamètre des spires jusqu'à cessation du contact et par conséquent de la friction : par contre, si on cesse cette compression, l'hélice reprend sa forme par son élasticité et s'applique à nouveau sur l'arbre qu'elle avait cessé de toucher : il y a donc embrayage, même en marche. Tous ces organes pesants et encombrants n'ont pu être produits, mais des photographies, des dessins d'appareils construits par la maison Huré, 218, rue Lafayette, à Paris, ont été présentés.

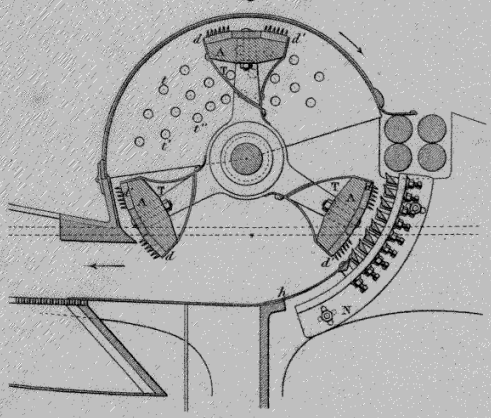
M. le Président remercie *M. Gambaro* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

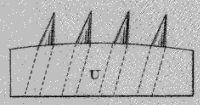
Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typographie Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 27799.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1





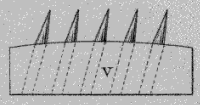


Fig. 4

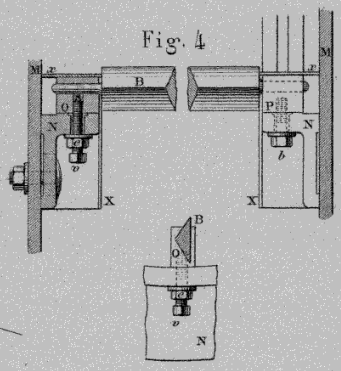


Fig. 2

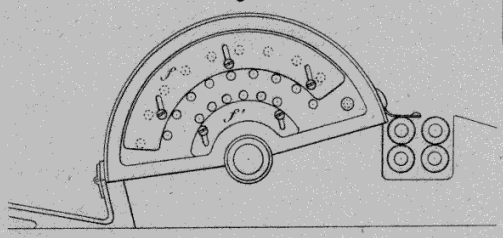
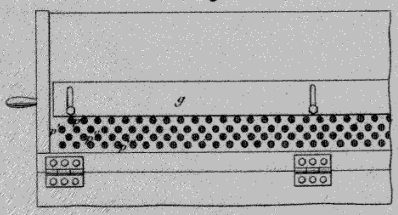
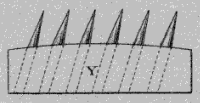
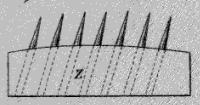


Fig. 3







Echelle au 4/12 p.r Fig. 1, 2 et 3.

Echelle au 4/6 p.r Fig. 4.

Imp. R. Taneur. Paris. *Léon Chaumont del. et sc.*

VOLANT CARDEUR POUR COTON DE M. AUG. KIRSCHNER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. SEPTEMBRE 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. LECŒUVRE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* POULIES EN PAPIER *de* M. A.-L. BUROT, *ingénieur-mécanicien à Angoulême.*

Les transmissions de mouvement s'obtiennent le plus généralement au moyen d'engrenages ou de poulies. Quand on ne tient pas à obtenir une vitesse rigoureusement déterminée à l'avance, ce sont les poulies qui ont la préférence, car ce mode de transmission, excessivement économique, n'occasionne ni bruit ni secousses et permet le glissement des courroies lorsque le travail résistant est trop considérable.

Dans le principe, on a construit les poulies entièrement en bois ; mais, en raison de leur peu de solidité et malgré les avantages pratiques de leur emploi, en ce qui concerne l'adhérence des courroies, on leur a substitué les poulies en fonte qu'il est facile de reproduire un grand nombre de fois avec un nombre restreint de modèles. Ces dernières poulies, tout en ne leur donnant que les dimensions strictement nécessaires étant très lourdes, on a cherché à en réduire le poids. On y est parvenu depuis un certain nombre d'années en employant le fer pour les bras et la jante. C'est à la suite de ce mode de construction qu'on est revenu récemment aux poulies en bois qui sont maintenant établies avec toute la perfection désirable, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte à l'Exposition universelle de 1889 où le système Dodge a parfaitement fonctionné dans le compartiment américain. A peu près à la même époque a paru la poulie avec jante en papier, inventée par M. A.-L. Burot. Ce système breveté, qui a également donné toute satisfaction à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'Exposition de 1889 dans la section française, se compose d'un moyeu en fonte, de bras en fer à section circulaire et d'un cercle en fer mince sur lequel on enroule du papier en bande formant la jante proprement dite. Le papier humecté ou sec est ensuite enduit de colle, enroulé et comprimé en une seule opération sur le cercle en fer. Comme cette armature, qui sert à maintenir les rayons dans une position invariable, n'a qu'un tiers de la largeur définitive de la jante, on soutient le papier pendant son enroulement au moyen de mandrins ou disques circulaires qu'on ne retire qu'après la dessiccation complète de la jante. Avant de porter la poulie sur le tour où l'on donne à l'extérieur de la jante sa forme définitive, on trempe la couronne dans un bain d'huile de lin et de résine pour augmenter sa consistance et lui permettre de résister à l'action de l'humidité.

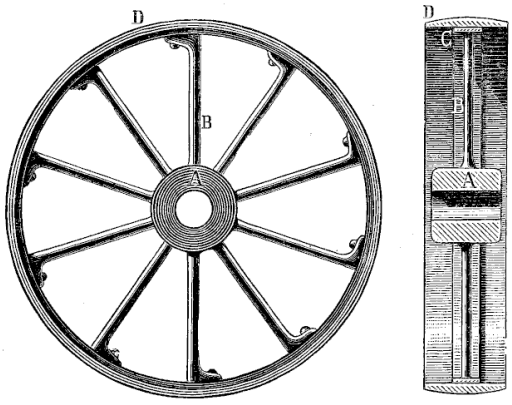


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — Poulies en papier de M. Burot.

Le Comité des arts mécaniques, désirant se rendre compte par lui-même du fonctionnement des poulies soumises à son examen, s'est adressé à M. N. Duval, constructeur-mécanicien à Paris, qui s'est empressé de mettre à sa disposition une machine à mortaiser dans laquelle on a remplacé deux poulies en fonte, l'une fixe et l'autre folle, par deux autres du système Burot. Après quatre mois d'un service non interrompu, elles avaient encore l'aspect de poulies neuves au moment du démontage, malgré le déplacement fréquent de la courroie servant à la transmission du mouvement.

Jusqu'à présent les poulies du nouveau système, dont le diamètre n'a pas dépassé $1^{m},30$, n'ont été appliquées qu'à des appareils n'offrant qu'un travail résistant de 5 à 6 chevaux. L'inventeur pense pouvoir aller bien au delà, de même qu'il ne voit aucun empêchement pour atteindre les dimensions des poulies en fonte et en fer. L'expérience seule nous fixera sur ces divers points, notamment en ce qui concerne la limite de la largeur de la jante.

L'inventeur, tout en cherchant à obtenir des poulies d'un prix peu élevé,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'est particulièrement préoccupé de la diminution de leur poids. Les nombreuses démarches que nous avons faites pour nous renseigner nous permettent d'affirmer que les poulies en papier sont considérablement plus légères que les poulies en fonte et en fer. Comparées aux poulies en bois, les poids sont à peu près les mêmes. Quant aux prix des poulies en papier, ils sont beaucoup moindres, surtout pour les poulies d'un grand diamètre, aussi bien pour les poulies en bois que pour les poulies en métal.

Les poulies que nous avons eues à examiner possédant les avantages des poulies en bois sous le triple rapport de la légèreté, de l'équilibre et de l'adhérence, seraient parfaites et pourraient être employées en toutes cir-

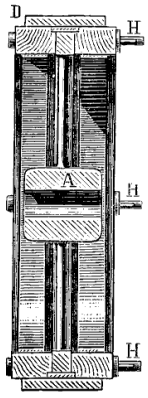


Fig. 3.

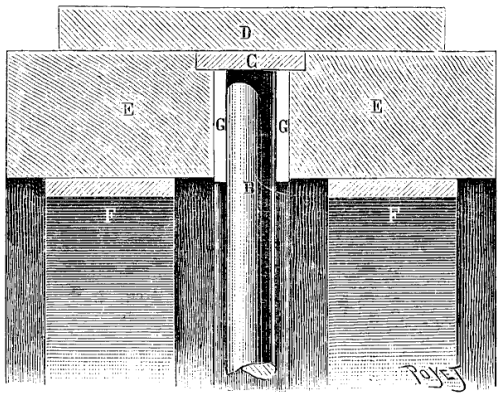


Fig. 4.

Fig. 3 et 4. — Mandrin pour l'enroulement du papier sur les poulies de M. Burot.

constances, si, comme celles des autres systèmes, elles étaient en deux parties. M. A.-L. Burot ne perd pas de vue cette disposition dont l'étude est assez avancée pour être mise très prochainement à exécution.

Bien que les poulies en papier n'aient pas encore atteint le degré de perfection qu'on est en droit de leur demander, le Comité des arts mécaniques est d'avis qu'il est intéressant de les signaler dès à présent aux industriels.

Nous venons en conséquence proposer au Conseil de remercier M. A.-L. Burot de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin*, avec figures intercalées dans le texte.

Signé : Lecœuvre, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *juin* 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT UNE POULIE DU SYSTÈME DE M. A.-L. BUROT ET LES MANDARINS POUR L'ENROULEMENT DU PAPIER.

Fig. 1. — Élévation d'une poulie.
— 2. — Coupe de la poulie passant par l'axe du moyeu.
— 3. — Coupe des mandrins employés pendant l'enroulement du papier.
— 4. — Détail à grande échelle.

A, Moyeu en fonte.
B, Bras en fer plein à section circulaire.
C, Cercle en fer rivé avec les bras.
D, Jante en papier enroulé.
E, Cercles en bois ou mandrins en plusieurs pièces.
F, Bandes circulaires en acier faisant ressort.
G, Cales entre les mandrins.
H, Boulons à clavette serrant les mandrins qui doivent avoir extérieurement le même diamètre que le cercle C.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. LE COLONEL PIERRE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur la* COURROIE DE SURETÉ *de* M. CHEVILLARD.

M. Chevillard, 28, rue des Trois-Frères, à Paris, inventeur d'une courroie de sûreté, par laquelle il a pris un brevet d'invention avec l'aide de la Société, adresse à M. le Président une lettre dans laquelle il lui exprime sa profonde reconnaissance, et le prie de vouloir bien faire examiner et signaler au public, si cet examen est favorable, son invention désormais garantie par son brevet contre la contrefaçon.

Cette courroie est destinée à supporter les sacoches des garçons de recettes, celles des voyageurs, et en général tous les sacs ou sacoches, portés en sautoir ou autour de la ceinture. L'inventeur espère qu'il l'a rendue sinon impossible, du moins très difficile à être coupée, comme cela arrive quelquefois aux courroies les plus fortes actuellement en usage.

La courroie Chevillard est composée de deux bandes d'un cuir d'épaisseur moyenne, appliquées l'une sur l'autre, et réunies par des coutures faites le long des bords. Deux lames d'acier, très souples, de 3 millimètres environ de largeur, sur un demi-millimètre d'épaisseur, sont introduites entre les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux bandes de cuir dont elles occupent toute la longueur ; elles y sont maintenues par leurs bouts repliés en agrafes. Si, d'un violent coup d'instrument tranchant, on essaie de couper la courroie, les deux bandes d'acier sont refoulées vers le bord opposé à celui sur lequel agit le tranchant, et y opposent une résistance assez difficile à vaincre, pour que la secousse ressentie par le porteur de la sacoche l'avertisse immédiatement de la tentative du voleur et lui permette de s'y opposer.

Le prix de la nouvelle courroie n'est pas sensiblement plus élevé que celui de la courroie en usage actuellement, et ne peut influer sur la valeur totale de la sacoche.

Sur la demande de l'inventeur, des essais de résistance à la coupure ont été faits à la Banque de France, et, à la suite des bons résultats constatés, cet établissement a fait mettre en service d'essai deux sacoches munies de la courroie Chevillard.

En outre, l'inventeur vient d'être invité à livrer plusieurs courroies à titre d'essai à diverses administrations importantes, notamment à la Compagnie parisienne du Gaz, au Crédit Foncier, au Syndicat de la Boucherie, etc., etc. Il est à espérer que les résultats qu'on obtiendra conduiront à l'emploi régulier de cette courroie de sûreté.

En présence de ces faits, le Comité des arts mécaniques pense qu'il est utile de faire connaître l'invention de M. Chevillard ; et il propose au Conseil d'ordonner l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Signé : Colonel PIERRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *mai* 1891.

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. *le* GÉNÉRAL SEBERT, *au nom du Comité des arts économiques, sur un* APPAREIL CALCULATEUR *présenté par* M. DIDELIN, 21, *rue Bréa, à Paris.*

On connaît l'utilité des barèmes ou comptes faits pour les industriels et commerçants qui ont fréquemment à faire des calculs de même genre, et il a été publié un grand nombre de ces barèmes qui donnent sous forme de tables numériques, constituant des ouvrages plus ou moins volumineux, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résultats des calculs qui se présentent le plus souvent dans la pratique.

Mais l'emploi de ces tables numériques, tout en apportant un secours précieux aux calculateurs qui ont à en faire usage, donne lieu parfois encore à certaines objections.

Si les barèmes sont faits, par exemple, pour donner tous les produits d'une série considérable de nombres par des multiplicateurs également nombreux, ils présentent un nombre de pages tel que les recherches deviennent pénibles et si, pour simplifier, on réduit les multiplicateurs en ne les prenant que de dix en dix ou de cent en cent, on se trouve conduit à recourir, pour obtenir les résultats exacts, à des opérations complémentaires qui, bien que rendues simples et faciles par l'emploi des tables conservées, exigent cependant une certaine attention, exposent à commettre des erreurs de virgule, et en tout cas augmentent la durée des calculs, en faisant ainsi disparaître au moins une partie des avantages que l'on cherche dans l'emploi des barèmes.

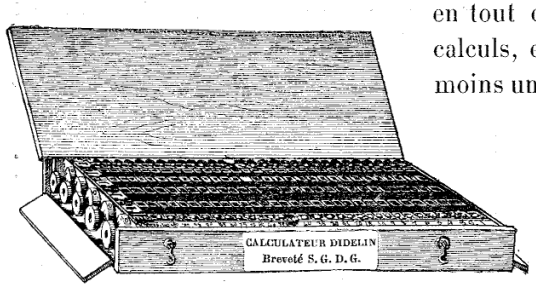


Fig. 1. — Calculateur Didelin.

Pour éviter ces inconvénients, M. Didelin s'est proposé de réunir, dans une boîte de format commode, les éléments des barèmes usuels en les disposant de façon à faciliter les lectures et à faire disparaître toute incertitude sur la position des virgules.

A cet effet, il se contente de calculer les produits des multiplicandes constitués par un nombre entier d'unités, de dizaines, de centaines, de mille, etc., c'est-à-dire des nombres allant de 1 à 9, de 10 à 90, de 100 à 900, etc., par un certain nombre de multiplicateurs convenablement choisis et ne dépassant pas 30.

Il compose avec ces produits des tableaux imprimés, formés chacun des neuf lignes horizontales pour chaque série de multiplicandes et de trente colonnes verticales. Ces tableaux sont destinés à être reportés, par impression, sur autant de cylindres creux en métal noirci, et leurs dimensions sont déterminées de telle sorte qu'il reste, après impression, entre les deux lignes extrêmes, un intervalle vide qui apparaît en noir, suivant une génératrice du cylindre. Cet intervalle correspond à un signe marqué O qui vient s'intercaler dans la série des neuf nombres indiquant les multiplicandes employés, lesquels

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont inscrits à la gauche des tableaux et se trouvent, après impression de ceux-ci, reportés sur le contour du cylindre près du bord gauche de ce dernier.

Les cylindres au nombre de cinq, pour former un barème donnant les produits des nombres compris entre 1 et 100 000, se placent parallèlement dans le double fond d'une boîte en bois et sont recouverts d'une feuille de tôle noircie, formant couvercle à charnière, qui est percée de lucarnes pour laisser voir les produits.

Ces cylindres sont enfilés sur autant d'axes portant, à l'extrémité gauche, des boutons moletés, à l'aide desquels on peut les faire tourner à la main.

Les lucarnes sont disposées suivant cinq rangées horizontales correspondant à chaque cylindre et forment 30 colonnes verticales correspondant chacune aux produits donnés par un même multiplicateur.

Les multiplicateurs employés sont inscrits sur deux réglettes qui se glissent à la partie inférieure et à la partie supérieure du tableau ainsi formé par le dessus de la boîte.

Les lucarnes extrêmes de gauche laissent apercevoir, en permanence, les multiplicandes inscrits à la gauche des cylindres et à côté de ces lucarnes sont inscrits les mots unités, dizaines, centaines, mille et dizaines de mille.

Les autres lucarnes sont, au contraire, toutes susceptibles d'être masquées à volonté. Sous la feuille de tôle formant le dessus de la boîte sont, en effet, placées 30 lamettes ou fiches en métal mince percées chacune de 5 trous correspondant aux lucarnes. Ces fiches peuvent se déplacer, en coulissant vers le bas, de façon à amener simultanément ces mêmes ouvertures entre les intervalles des lucarnes. Elles se manœuvrent à l'aide de petits boutons en laiton qu'elles portent à leurs extrémités et qui leur servent de guides dans les coulisses pratiquées dans le dessus de la boîte.

Elles sont disposées de telle sorte qu'elles recouvrent par le haut les nombres de la réglette supérieure, quand elles sont relevées de façon à masquer les lucarnes, et elles viennent, au contraire, masquer les multiplicateurs de la réglette inférieure qu'elles laissaient primitivement visibles lorsqu'on les fait coulisser pour démasquer les lucarnes.

Il résulte de ces dispositions que si l'on tourne l'un des cylindres, de façon à amener, sous la première lucarne de gauche, l'un des multiplicandes que porte ce cylindre et si l'on déplace, en l'abaissant, la fiche qui se trouve en regard d'un des multiplicateurs inscrits sur la réglette inférieure, on voit apparaître, dans l'une des cinq lucarnes que l'on démasque, le produit des deux facteurs considérés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce produit apparaît en chiffres noirs sur fond blanc, d'une façon très apparente et avec la virgule à la place voulue. Les autres lucarnes démasquées restent noires et la fiche abaissée fait apparaître, sur la réglette supérieure, le multiplicateur employé, de façon à permettre de constater que l'on n'a pas fait erreur.

L'appareil donne donc immédiatement, d'une façon très simple et très commode, par une seule lecture, les produits des nombres qui se trouvent directement inscrits sur les cylindres et sur les réglettes, c'est-à-dire les produits, par les multiplicateurs inscrits sur les réglettes, des multiplicandes formés d'un nombre entier d'unités, de dizaines, etc., qui se trouvent directement inscrits sur les cylindres.

Mais s'il s'agit, comme c'est le cas le plus habituel, de nombres composés à la fois d'unités, de dizaines, etc., il faut, pour avoir le résultat cherché, totaliser plusieurs nombres inscrits dans des lucarnes différentes.

Dans ce cas, on forme le multiplicande en tournant les boutons des cylindres qui correspondent aux différentes unités de façon à faire apparaître les uns au-dessus des autres, dans les lucarnes de gauche, les chiffres successifs du nombre sur lequel on opère. Si le multiplicateur figure directement sur les réglettes, on abaisse alors la fiche correspondant à ce nombre et l'on voit apparaître, dans les cinq lucarnes démasquées, les différents produits élémentaires dont la somme forme le résultat cherché.

Ces produits étant placés en colonne verticale et inscrits avec la virgule, s'il y a lieu, l'addition se fait facilement et on peut reporter le total sur une feuille de papier tenue près de la boîte.

Si le multiplicateur à employer ne se trouve pas parmi les trente nombres inscrits sur la réglette, on l'obtient en le décomposant en nombres qui se trouvent inscrits sur cette réglette et dont le total lui soit égal.

Par suite du choix judicieusement fait des nombres inscrits sur les réglettes, il est rare que cette décomposition ne puisse pas se faire en deux parties seulement. En abaissant les deux fiches qui correspondent à ces deux facteurs élémentaires, on trouvera répartis, en deux colonnes verticales, dans les dix lucarnes démasquées, les produits élémentaires à additionner et l'opération d'addition s'exécutera encore commodément.

On aurait à additionner les nombres de 3 colonnes verticales si l'on devait employer 3 fiches mobiles pour constituer le multiplicateur; mais cette circonstance ne se présentera presque jamais, si l'on fait usage de tableaux appropriés aux opérations que l'on peut avoir à exécuter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'avantage du dispositif adopté par M. Didelin est, en effet, de permettre de changer, à volonté, les cylindres et les réglettes, de façon à obtenir, du même appareil, des barèmes différents, sans augmenter la complication du maniement des organes.

M. Didelin a fait fabriquer déjà 16 séries de tableaux différents donnant autant de comptes faits usuels que l'on peut adapter à la même boîte.

Il a ainsi établi des tableaux donnant les produits, par les nombres de 1 à 100000 ou à 1 million, des nombres de 1 à 100, de 100 à 1000, de 1000 à 10000 ou de 1 centième à 1 pour le calcul des comptes d'objets qui se vendent à l'unité, au cent, au mille ou au centième, tels que mètres, litres, kilogrammes.

Les multiplicateurs pour ces comptes ont été choisis pour faciliter le calcul des prix de revient, mais il lui serait facile d'établir des comptes semblables pour les prix de vente.

Il a caculé d'autres tableaux spéciaux pour les prix de vente des papiers, à la rame ou par 100 kilogrammes, pour les remises et escomptes de 1/10 à 90 p. 100, pour les intérêts de 1 jour à 360 jours aux différents taux usuels, pour les intérêts des nombres à tous les taux, etc.

Il lui sera facile d'ajouter à sa collection d'autres comptes de barèmes suivant les demandes qui pourront lui être faites.

L'appareil ainsi constitué peut être établi à un prix peu élevé : les séries de comptes formées de 5 cylindres et de 2 réglettes sur lesquels les tableaux numériques sont simplement imprimés et protégés par un émaillage qui leur donne une grande résistance à l'usure, représentent également chacun un prix modéré.

La boîte qui renferme le calculateur monté est d'un faible volume et elle peut être aisément placée sur un bureau à portée de la main ; le mouvement de l'appareil est simple et facile et, dans ces conditions, on peut penser que le calculateur est appelé à rendre de sérieux services aux industriels, aux commerçants et aux comptables, en vue desquels ont été établis les comptes que M. Didelin a calculés.

Votre Comité des arts économiques vous propose, par suite, de remercier M. Didelin de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec les dessins nécessaires pour faire comprendre le mode de construction de l'appareil.

Signé : Général Sebert, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 *juillet* 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. MASCART, *au nom du Comité des arts économiques, sur un* MÉMOIRE *intitulé* MÉTHODES ET DISPOSITIFS POUR LE CONTRÔLE ET L'EXÉCUTION DES SURFACES OPTIQUES, PLANES OU COURBES, A L'USAGE DES INSTRUMENTS DE PRÉCISION, *par* M. LÉON LAURENT.

M. Laurent, bien connu dans le monde scientifique par la construction d'un grand nombre d'instruments et de pièces d'optique, et dont le saccharimètre à pénombre a répandu la réputation dans le monde industriel, a présenté à la Société d'Encouragement un travail très étendu sur le contrôle et l'exécution des surfaces destinées aux observations d'optique. Le problème est très varié et présente des difficultés sérieuses.

Lorsqu'un physicien veut connaître les qualités des instruments qu'il a entre les mains ou de ceux dont il a confié l'exécution à un artiste, il trouve généralement les moyens de contrôle dans l'expérience même à laquelle ils sont destinés, ou il improvise des dispositions spéciales propres à mettre les moindres défauts en évidence ; mais cette méthode est souvent longue et l'on n'y a recours que dans des circonstances assez rares. Il est peu de laboratoires, par exemple, où l'on ait pris la peine de vérifier la valeur optique des lunettes dont on fait un si fréquent usage.

D'autre part, les opticiens usent plus ou moins habilement des méthodes connues dans les ateliers et il arrive que des ouvriers dont la main est d'ailleurs très habile sont incapables d'apprécier l'état de leur travail avant son achèvement complet, c'est-à-dire avant le poli définitif; cette ignorance a pour résultat ou de produire des pièces imparfaites ou d'exiger que le travail soit repris presque en entier, sans plus de sécurité sur la réalisation finale des surfaces cherchées.

S'il est vrai que l'exécution des instruments d'optique parfaits exige une précision exceptionnelle, où les erreurs doivent être souvent inférieures à 1/1000 de millimètre ou 1 micron, les phénomènes lumineux présentent aussi des modes d'épreuve supérieurs à tous les procédés de la mécanique. Les anneaux colorés, qui ont fourni à M. Fizeau une méthode admirable pour l'étude de la dilatation des corps solides, permettent de constater par un simple coup d'œil si deux surfaces sont parallèles et d'estimer les variations

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de leur distance à moins d'un quarantième de micron. L'étude comparative de trois surfaces de courbures très voisines, par exemple, ainsi combinées successivement deux à deux, détermine tous les éléments de leurs formes, point par point.

De même, l'observation des images fournies par réflexion fait connaître si la surface est absolument sphérique et quel est son rayon de courbure.

Appliquée à l'étude des miroirs ou des objectifs, la méthode révèle, par les différentes sections de faisceau lumineux ou par la déformation des images, quelle est la nature, l'importance et le lieu des défauts, soit sur les surfaces elles-mêmes, soit dans le milieu transparent traversé par les rayons de lumière. Le mémoire de Foucault sur la construction des grands télescopes est resté sous ce rapport un modèle.

La position des images permet encore de vérifier le parallélisme de deux surfaces ou l'exactitude des angles dièdres qu'on a voulu leur donner, etc.

Le mérite particulier de M. Laurent est d'avoir coordonné toutes ces méthodes en les réalisant par des appareils d'un emploi facile. Il y a ajouté en outre beaucoup de procédés particuliers très ingénieux, dont la pratique lui avait indiqué le besoin.

Son travail est une sorte de formulaire général de l'art de l'opticien. Il est de nature à rendre les plus grands services dans les ateliers et les physiciens eux-mêmes y trouveront une foule de renseignements précieux.

Le Comité des arts économiques a l'honneur de proposer au Conseil :

1° D'adresser des remerciements à M. Laurent pour sa remarquable communication ;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société ;

3° De publier le mémoire de M. Laurent avec les figures qui l'accompagnent et qui sont nécessaires pour l'intelligence du texte.

Signé : E. Mascart, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *juin* 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

MÉTHODES ET DISPOSITIFS POUR LE CONTRÔLE ET L'EXÉCUTION DES SURFACES OPTIQUES, PLANES ET COURBES A L'USAGE DES INSTRUMENTS DE PRÉCISION, PAR M. LÉON LAURENT.

Il ne manque pas en physique de moyens pour s'assurer si une pièce optique est bonne; mais le plus souvent ces moyens nécessitent des installations particulières et demandent un certain temps; en pratique, il faut des moyens rapides et cependant précis.

Ce qui m'a frappé tout d'abord, c'est le manque presque absolu de contrôle, pour suivre la fabrication dans les ateliers d'optique. On essaie un objectif en regardant, par exemple, une affiche, et s'il ne donne pas une bonne image, on le rend à l'ouvrier pour le retoucher, mais ni le patron ni l'ouvrier ne savent au juste où est le défaut.

Les appareils et les méthodes que j'ai l'honneur de présenter à la Société, sont le résultat de vingt ans de pratique et d'études raisonnées sur le travail de l'optique et la construction des instruments d'optique de précision. Ils ont été l'objet de plusieurs notes à l'Académie des Sciences et de diverses présentations à la Société française de Physique.

Les méthodes sont perfectionnées, complétées et suivent aujourd'hui un enchaînement bien régulier. Elles permettent à l'opticien d'arriver pas à pas et sûrement au degré de précision que l'on exige de lui, rien n'est laissé au hasard. L'ouvrier commence son travail d'une certaine manière, il voit ce qu'il a produit, il peut se corriger en conséquence et se contrôler ensuite. Le patron peut suivre le travail et le diriger. Quand il est terminé, il voit les erreurs et peut discuter les résultats. D'après l'instrument auquel les pièces sont destinées, il saura si elles peuvent servir utilement, les conditions variant beaucoup avec le but à atteindre.

Prenons un exemple; soit un prisme à réflexion totale. Si les petites faces sont concaves ou convexes, mais de révolution, l'image sera encore très nette; il pourra y avoir un foyer, souvent cela ne gênera pas, mais dans les télémètres (à deux images) cela pourra gêner. Si l'hypoténuse est convexe, même régulièrement, l'image sera affectée d'astigmatisme : cela gênera dans les télémètres, mais pas dans les spectroscopes.

Si les faces ne sont pas perpendiculaires à une même base, le rayon transmis sera légèrement incliné, le plus souvent cela ne gênera pas, mais dans les spectroscopes à grande dispersion, où il y a beaucoup de prismes et de réflexions, il faudra que chaque prisme dévie très peu, afin de réduire l'erreur totale, etc.

J'ai commencé par chercher des moyens de contrôle me permettant de voir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rapidement, sans hésitation et avec assez de précision, la qualité des surfaces optiques, ce qui est indispensable à différents points de vue, si l'on veut diriger des ouvriers. A l'œil, on ne peut que constater le poli de la surface; or, un beau poli n'est pas difficile à obtenir et c'est à peu près en raison inverse de la qualité de la surface; il faut nécessairement des moyens scientifiques exacts. On ne peut s'en rapporter à l'ouvrier, car le meilleur ne sait pas au juste ce qu'il fait au degré de précision dont il est question. J'ai cherché ensuite à donner à l'ouvrier lui-même les moyens d'exécuter au degré de précision que l'on exige de lui.

Parmi les appareils ci-dessous décrits, les uns sont plutôt des appareils de contrôle; d'autres, surtout des outils, et enfin quelquefois ils servent aux deux objets. Ils ont leur place à la fois dans les ateliers et dans les laboratoires.

Nous diviserons le sujet en deux parties distinctes :

1° Les surfaces *planes;*

2° Les surfaces *courbes :* sphériques et cylindriques, chaque groupe ayant ses procédés particuliers.

Appareil pour contrôler et exécuter les surfaces planes.

Légende explicative. — L'appareil est représenté en perspective (fig. 1).

P, Plan type, reposant sur le bâti B par l'intermédiaire de trois pointes. La surface plane est en dessus. Je la supposerai parfaite, j'indiquerai plus tard comment je l'obtiens et quelle est sa valeur exacte (voir types, p. 494).

S, Surface à examiner; elle est posée sur P.

B, Bâti fixé au socle E au moyen de deux colonnes fixes.

E, Planche formant socle et portant diverses pièces.

D, Douille mobile sur une des colonnes comme axe; elle porte un support annulaire A.

A, Support dans lequel est posée la lentille L; on peut le tourner de côté, afin de sortir la lentille pour l'essuyer.

L, Lentille éclairante, plan convexe, son foyer principal de 350 millimètres correspond au point *o*.

R, Réflecteur ordinaire. Il a pour but, l'œil étant un peu au-dessus de *o*, de voir en *f'* les franges d'interférences produites en *f*, entre le plan type et la surface à examiner.

r, Petit réflecteur, permettant à une deuxième personne de voir les franges en même temps.

O, Écran de papier blanc, éclairé en jaune par la lumière du brûleur J; elle sert de surface éclairante pour produire les franges que l'on voit en regardant au-dessus de *o*.

C, Deuxième surface éclairante pour les franges que l'on voit en regardant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur le côté en r' et perpendiculairement à la direction du premier observateur. Cela est très utile dans le cas où deux personnes ont besoin de voir en même temps : un professeur et un élève, ou le patron et l'ouvrier.

f, Franges d'interférences de M. Fizeau, produites entre la surface supérieure du plan type et celle inférieure de la surface à examiner.

f', Les mêmes, vues par réflexion, quand on regarde au-dessus de *o*.

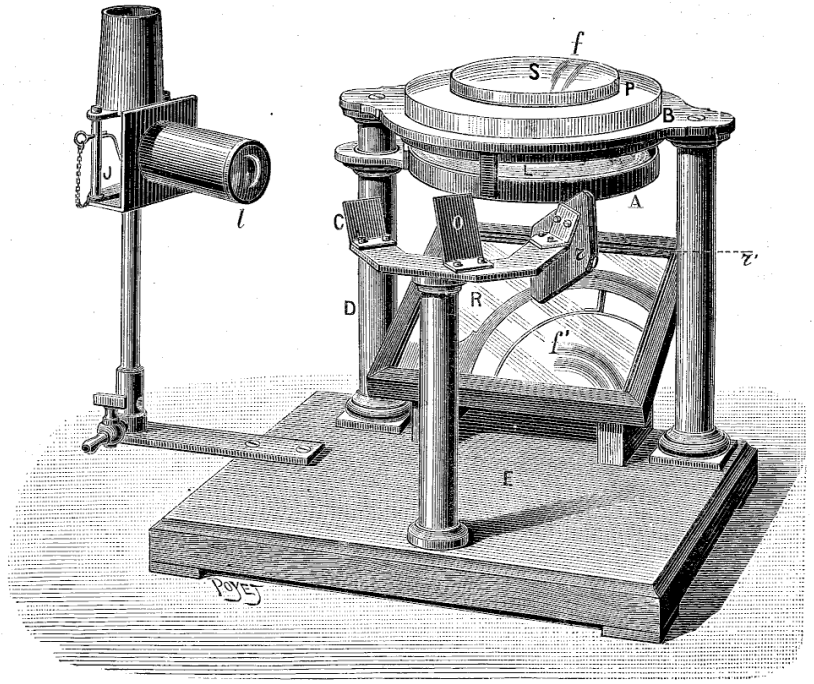


Fig. 1. Appareil de contrôle des surfaces planes.

J, Brûleur monochromatique Laurent.

l, Lentille servant à concentrer la lumière de J sur C et O.

Cet appareil est à la fois un instrument de cabinet et un outil.

Marche de la lumière. — Elle est représentée par les schémas (fig. 2 et 3).

La figure 2 représente une coupe verticale de l'appareil ; la figure 3 est une vue de face dans laquelle la partie horizontale du faisceau est rabattue verticalement.

En O (fig. 2) se trouve un écran de papier blanc éclairé par le brûleur monochromatique ; il envoie un cône de rayons qui se réfléchissent verticalement sur le miroir R, couvrent la surface de la lentille L, dont le foyer principal est en O'

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et traversent le plan type P ; une partie se réfléchit sur la face type (indiquée en trait fort), l'autre partie se réfléchit également sur la face de la pièce S (indiquée en trait fort), ces deux systèmes de rayons interfèrent, produisent des franges colorées et reviennent en O″, près du point de départ où l'œil les reçoit.

On voit (fig. 3) un second écran C placé en dehors de l'axe ; les rayons qu'il émet tendent à revenir en C′, mais un petit miroir r les renvoie sur le côté en C″ où l'œil du deuxième observateur les reçoit (le premier étant en O′).

Vérification d'une surface. — Soit une surface plane S isolée, appartenant à une pièce optique quelconque. On la pose sur le plan type P. On allume le brûleur dont on dirige la flamme sur les écrans et l'on regarde en O″ (fig. 2). Si les sur-

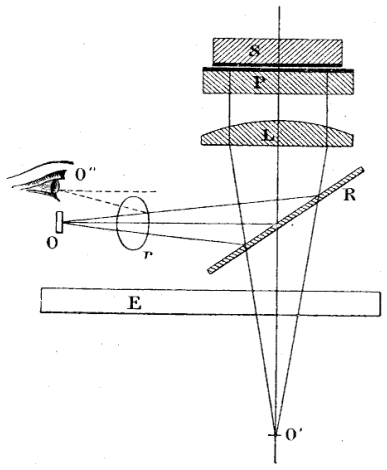


Fig. 2. Schéma de la coupe verticale en long de l'appareil de contrôle des surfaces planes.

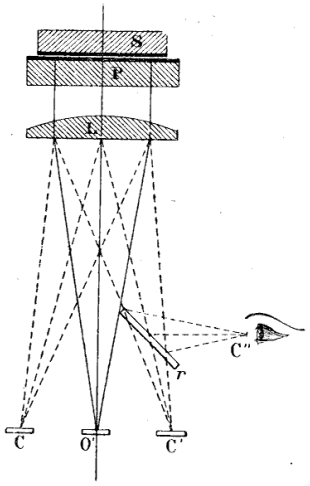


Fig. 3. Schéma de la coupe verticale en travers du même appareil.

faces sont bien essuyées, on voit des franges ou des anneaux noir gris sur un fond jaune clair. En appuyant légèrement sur S, on obtient à volonté des franges ou des anneaux. Ces deux apparences donnent, en se complétant, la forme exacte de la surface, à peu près comme les courbes de niveau indiquent le terrain sur une carte topographique.

Anneaux. — S'ils sont ronds, la surface est de révolution ; en appuyant légèrement au centre, les anneaux changent de forme, ils s'agrandissent ou se rapetissent ; dans le premier cas, la surface est convexe ; dans le second, elle est concave. Si les anneaux sont ovales, la surface est à double courbure. En mesurant le diamètre des anneaux, on pourra en déduire le rayon de courbure de la surface.

Franges. — Des franges droites et un peu espacées (fig. 4) indiquent un plan ; les extrémités un peu recourbées dénotent des bords arrondis, ils le sont toujours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 5 montre une surface convexe, la figure 6 indique une surface concave, mais dont les bords sont aussi rabattus.

Je ne puis entrer ici dans tous les détails de fabrication, je dirai seulement qu'en général, on obtient l'apparence (fig. 5) plus ou moins exagérée et qu'en voulant faire bien, on peut tomber dans l'apparence (fig. 6).

Quand on veut faire des comparaisons exactes, il faut laisser la pièce et le plan type un certain temps l'un sur l'autre pour qu'ils soient bien à la même température : sans cela, on peut avoir des différences de trois ou quatre anneaux.

Quand on travaille une surface isolément, on sait qu'elle est toujours arrondie sur les bords et plus ou moins pour des causes diverses ; elle est même plus arrondie qu'on ne le pense couramment.

Cette méthode est très pratique, car elle donne d'un coup d'œil la valeur de la surface; il suffit de la poser sur le plan type ; les franges indiquent si les bords sont ra-

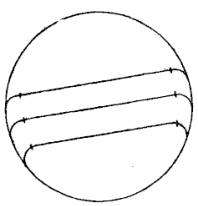


Fig. 4.
Franges produites par une surface plane.

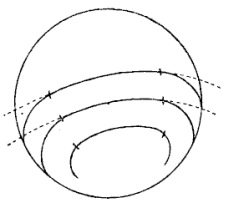


Fig. 5.
Franges produites par une surface convexe.

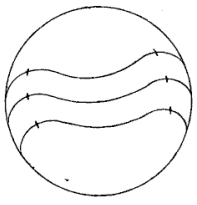


Fig. 6.
Franges produites par une surface concave.

battus, si le centre est creux, etc., ce qui importe enfin pour la conduite du travail.

Pour obtenir de meilleures surfaces, on les agrandit au moyen de cales que l'on fixe de différentes manières ; tout l'arrondi se porte alors sur les cales et l'on obtient une très bonne surface centrale, mais malheureusement, quand on décolle la pièce, elle change de forme, le verre étant beaucoup plus élastique encore qu'on ne le croit ordinairement, le quartz se déforme davantage, et c'est quelquefois assez gênant. J'ai obtenu cependant de très bons résultats en fixant au plâtre des plans ou des lentilles dans des anneaux en verre complets, l'espace occupé par le plâtre ayant 1 millimètre de largeur. Avec ce procédé, les franges sont droites jusqu'aux bords.

Ces procédés peuvent rendre de bons services, mais ils sont généralement peu employés, d'abord ils coûtent cher, et puis cela suppose quelqu'un sachant bien interpréter les résultats, afin de guider l'ouvrier, en vue du but à atteindre, et en outre, si cela va bien pour une surface isolée, on n'a pas de moyens d'exécuter une surface ainsi calée faisant des angles donnés avec une ou deux surfaces déjà faites. Le but des instruments et des méthodes qui vont suivre est précisément de combler cette lacune.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons nous occuper du contrôle et de l'exécution de surfaces planes faisant entre elles divers angles.

Il y a trois cas qui sont :

1° Surfaces parallèles;

2° Surfaces perpendiculaires;

3° Surfaces obliques.

Il est plus pratique d'avoir des appareils spéciaux adaptés aux conditions particulières à remplir dans chaque cas.

Ces appareils se composent chacun de deux parties distinctes; un bâti servant de support aux pièces à examiner, il est de forme variée, et une ou deux lunettes auto-collimatrices de même forme et pouvant se monter successivement sur plusieurs appareils.

Appareil pour le contrôle et l'exécution des surfaces parallèles.

Cet appareil est représenté en perspective (fig. 7).

Légende explicative.—L, Corps de la lunette, vissé sur le trépied mobile T.

A, Objectif achromatique ordinaire (invisible sur le dessin) de 240 millimètres de foyer.

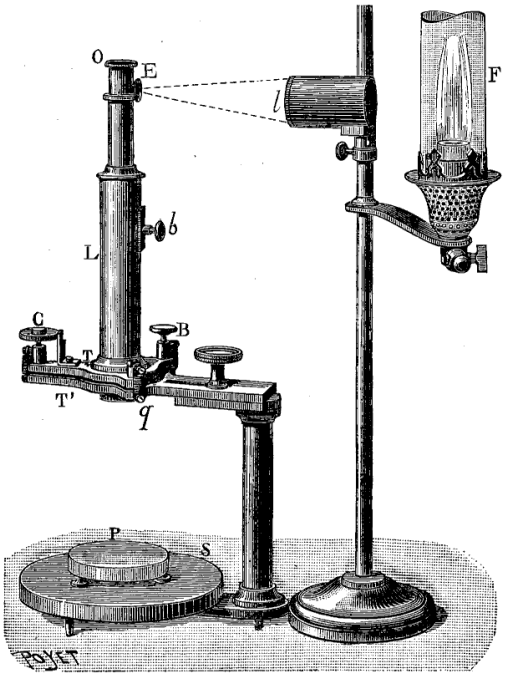


Fig. 7. — Appareil pour le contrôle des surfaces parallèles.

O, Système oculaire, représenté en détail (fig. 8).

E, Écran sur lequel on projette la flamme du bec de gaz F.

l, Lentille éclairante, sert à projeter en E la flamme F.

T, Trépied mobile, portant la lunette L et reposant sur T'.

T', Trépied fixe supportant le trépied T au moyen des trois pointes *q*, B, C.

q, Pointe fixe.

B, Bouton servant à régler un des fils tangents à l'image pour amener celle-ci dans le milieu du champ.

C, Tambour divisé servant à amener l'autre fil également tangent à l'image, c'est le fil de *mesure*, il donne l'inclinaison de la lunette L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces trois pointes sont retenues par trois ressorts antagonistes qui évitent le jeu.

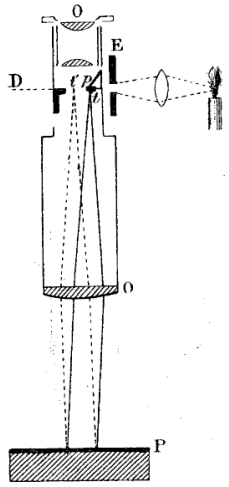


Fig. 8. — Coupe d'une lunette auto-collimatrice à trou éclairé.

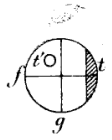


Fig. 9. — Plan du diaphragme

S, Socle sur lequel on pose les pièces optiques; il porte une colonne sur laquelle est fixé T', au moyen d'un bouton.

P, Surface plane réfléchissante.

b, Petit bouton de serrage; il a pour but de fixer le coulant de la lunette L quand on a réglé la position des fils (voir p. 479).

Lunettes auto-collimatrices Laurent.

Je décrirai une de ces lunettes en détail et une fois pour toutes; la figure 7 en montre une en perspective.

La figure 8 est une coupe schématique verticale.

La figure 9 représente le diaphragme D en plan.

Légende explicative (fig. 8). — O, Système oculaire positif, grossissant vingt fois.

D, Diaphragme portant deux fils d'araignée perpendiculaires, il est au foyer principal de l'objectif.

p, Prisme éclaireur, à réflexion totale, posé sur le trou *t*.

t, Petit trou de $0^{mm},3$ de diamètre, percé dans le diaphragme D sur le côté et éclairé par *p*.

t', Image réfléchie du trou *t*, invisible directement dans l'oculaire.

f, *g*, Fils d'araignée en croix.

Marche de la lumière. — La lumière émanée d'un bec de gaz (fig. 8) est concentrée en E; elle est réfléchie par le prisme *p* de haut en bas, traverse le trou *t*, qui devient l'objet éclairant, puis traverse l'objectif A dont le foyer principal est en D; les rayons sortent en faisceau cylindrique, se réfléchissent perpendiculairement sur le plan P, traversent l'objectif de nouveau et viennent donner sur le diaphragme D une image du petit trou *t*. En inclinant soit le plan P, soit la lunette L, on amène le cercle éclairé à être tangent aux deux fils *f*, *g*, ce qui détermine bien la position de la lunette, c'est le zéro. Si l'on dérange, soit la lunette, soit le plan d'un petit angle, l'image ne sera plus tangente aux deux fils, la distance à chacun d'eux donnera la position dans deux plans

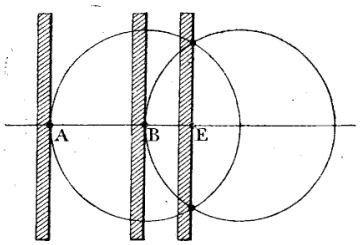


Fig. 10. — Mesure angulaire du diamètre de l'image.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

perpendiculaires; il sera facile de trouver la direction de la résultante, c'est-à-dire l'endroit où l'ouvrier doit appuyer. Si l'on veut faire des mesures, on agira sur le bouton C (fig. 7) et on lira les divisions du cadran. Ce sont des nombres arbitraires, mais on peut déterminer pour chaque appareil la valeur de ces divisions en secondes. Pour cela, on se procure un angle de 1° environ, soit au moyen de l'équerre à angle variable (p. 491), soit autrement; on mesure cet angle en minutes et secondes au moyen du cercle divisé (p. 490), puis on voit à combien de divisions du cadran C il correspond, et l'on en déduit la valeur d'une division en secondes. Cette valeur est très utile à connaître. On obtient le plus grand degré de précision possible, en rendant le bord de l'image tangent au fil qui sert à mesurer. On agit pour cela sur le tambour divisé C, on fait plusieurs lectures et on prend la moyenne; on peut ainsi dire à quel degré de précision on donne la valeur d'un angle.

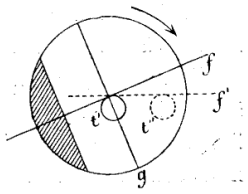


Fig. 11. —Réglage des fils.

Pour avoir la valeur angulaire du diamètre de l'image, on cherchera une glace donnant deux images qui se coupent (fig. 10), on notera la valeur des écartements AB et AE et on aura $D = 2AE - AB$.

Réglage des fils. — L'un des fils doit être parallèle aux deux pointes q, B (fig. 7), et l'autre perpendiculaire. Si cette condition est remplie, la mesure est rendue plus commode; il suffit, en effet, que l'image soit dans le champ, on n'a alors à s'occuper que de sa position par rapport à un seul fil, celui de mesure et qui est parallèle à qB.

Soit (fig. 11) l'image t' qui doit suivre le fil f, par exemple, en tournant, soit le bouton divisé, soit la pièce optique; si cette image ne suit pas le fil et vient en t'', par exemple, il suffira de tourner le coulant tout entier de la lunette (fig. 7) (après avoir desserré le bouton b) de manière à rendre f' tangent à t''.

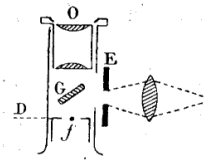


Fig. 12. — Coupe d'une lunette auto-collimatrice à fils sombres.

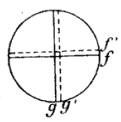


Fig. 13. Plan du diaphragme.

Pour l'exécution des surfaces parallèles de précision, je me sers d'une lunette dans laquelle qC (fig. 7) est perpendiculaire à qB, les deux boutons C et B sont divisés; cela permet de mesurer dans deux plans perpendiculaires sans déplacer la pièce, on obtient plus exactement la résultante et quand on rend l'image tangente à l'un des fils, on ne dérange pas l'autre.

Dans quelques cas, je me sers d'un oculaire (fig. 12 et 13); j'ai même commencé par celui-là.

o, Système oculaire positif ordinaire d'un grossissement de 14.

G, Glace éclairante à 45°.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D, Diaphragme portant deux fils, f et g.

f, g, Fils d'araignée, perpendiculaires entre eux.

$f'g'$, Images des deux fils f, g.

La lumière projetée en E se réfléchit sur la glace G, de haut en bas; on a l'image de fils sombres sur fond éclairé, tandis que dans le premier oculaire on a l'image d'un trou éclairé sur fond sombre. Dans le deuxième cas, la lunette est réellement perpendiculaire au plan; dans le premier, elle ne l'est pas, ce qui n'a n'ailleurs aucune influence sur la précision. Pour simplifier, nous continuerons à dire que la lunette est perpendiculaire au plan réfléchissant.

En résumé, la lunette peut être considérée comme une normale à la surface à examiner, un plan peut être déterminé, comme direction, par sa normale : c'est l'inclinaison très amplifiée de cette dernière que l'on mesure. C'est ainsi que nous considérerons les lunettes dans les appareils suivants.

Éclaireurs à lumière ordinaire et à lumière monochromatique.

Le premier est représenté figure 7 (page 477) et l'autre figure 26 (page 492); ils sont combinés de façon à donner une image réelle de la flamme à une distance de 20 centimètres environ; ils portent, dans ce but, une lentille convergente. Ils peuvent glisser le long d'une grande tringle et l'on peut les employer en outre dans un laboratoire dans tous les cas où l'on a besoin d'avoir un endroit éclairant où devrait être la flamme, mais que l'on ne peut mettre à cette place.

Le brûleur monochromatique est celui que j'emploie dans mes saccharimètres, il date de 1873; c'est lui qui donne encore aujourd'hui la lumière la plus intense.

Exécution de deux surfaces parallèles. — Soit à exécuter une deuxième surface parallèle à une autre surface polie. J'emploie l'appareil représenté (fig. 7) et qui m'a servi à décrire les lunettes auto-collimatrices (p. 477). Cette surface étant préparée le mieux possible par les procédés ordinaires, on la pose sur trois pointes collées sur le socle et l'on rend la lunette perpendiculaire à la face polie.

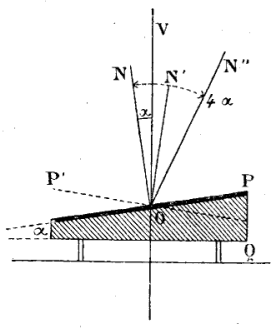


Fig. 14. — Mesure de l'angle de deux surfaces par réflexion.

La figure 14 est un schéma théorique. Je suppose que la surface non polie Q n'est pas parallèle à la face polie P, elles font entre elles un angle α, c'est l'erreur. La lunette est réglée suivant ON perpendiculaire à P, elle fait donc avec la verticale OV un angle égal à α; on fait faire un demi-tour à la pièce de manière que P vienne en P'; la normale à P' sera en ON' faisant avec ON un angle 2α; N n'a pas bougé et son image viendra en N'' faisant alors avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ON un angle NON″ égal à 4α; l'erreur est donc quadruplée, ce qui rend le procédé très sensible. L'ouvrier voit où est le côté le plus épais, c'est-à-dire où il doit appuyer, c'est du côté où l'image est déviée.

Remarque. Si on estime l'erreur apparente en fonction de l'image, elle est bien 4α, mais si on la mesure en rendant le fil tangent à l'image au moyen du cadran C (fig. 7), l'angle donné par les divisions sera seulement égal à 2α.

On peut tailler des tubes de verre à faces parallèles et les contrôler.

Spath. — Quand on doit tailler du spath, on sait qu'il faut tenir compte de la direction de l'axe, on ne peut le faire qu'en se servant des clivages, or ils sont toujours irréguliers. Cette lunette devient ici très commode, elle sert à faire des faces dépolies exactement parallèles aux clivages; ils peuvent avoir des échelons, mais il y a toujours une place qui donne une image réfléchie, suffisamment bonne pour se guider; une fois en possession de bonnes faces, les appareils suivants permettent de faire toutes les tailles demandées.

Vérification rapide des glaces parallèles. (*Inédit.*) — *Glaces non argentées.* — Si les deux faces PQ sont bien parallèles (fig. 15), les images du petit trou données par chaque face coïncideront et l'on ne verra qu'une image I. Si, au contraire, elles font un angle α (fig. 16), la face P donnera une image I, mais la face Q donnera son image en N″ faisant avec N un angle égal à 3α, exactement $2n\alpha$, n étant l'indice. Ici l'erreur est toujours égale à 3α, soit qu'on l'estime à l'oculaire en fonction de l'image, soit qu'on la mesure au moyen du cadran C. On a ainsi un procédé très pratique pour contrôler une glace parallèle; l'aspect des images indique d'un coup d'œil la qualité de la glace. Si l'on n'a qu'une image et qu'elle soit nette, les deux faces sont parallèles et planes. S'il y a deux images, elles ne sont pas parallèles; en amenant successivement les bords correspondants de chaque image I, I′ sous le même fil f, l'angle lu est triple de l'angle des faces. L'image fournie par Q est généralement moins éclairée (on peut l'affaiblir en passant un peu d'eau dessus avec le doigt), c'est de son côté qu'est le bord le plus épais. Si les deux images ne sont pas nettes, les faces sont courbes. Quand les bords sont arrondis, on le voit très bien, car les images changent d'écartement en ces endroits et deviennent aussi moins nettes. Dans les glaces du commerce, les deux images sont très écartées et varient beaucoup avec l'endroit examiné.

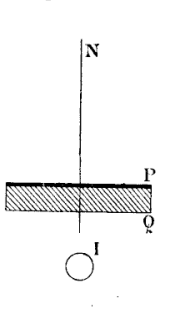


Fig. 15. — Surfaces parallèles.

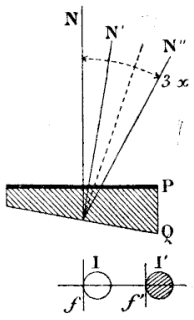


Fig. 16. — Mesure de l'angle de deux surfaces par réfraction.

Glace argentée. — Une glace parallèle argentée ne donnera qu'une image très vive; une glace non parallèle (fig. 17) en donnera 4; la première, en commençant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par le bord mince à gauche et perpendiculaire à la face, aura l'éclairement ordinaire comme dans le cas précédent; la deuxième très vive, la troisième un peu plus pâle que la première et la quatrième peu visible. La distance angulaire entre les deux premières images est triple de l'angle des deux glaces; la quatrième image n'est pas toujours bien visible, surtout quand les faces ne sont pas planes : dans ce cas, en changeant le tirage de la lunette, on la distingue mieux.

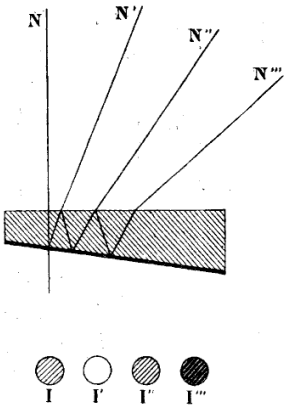


Fig. 17. — Glace argentée à faces non parallèles.

Au moyen du bouton C (fig. 7), on peut mesurer des lames prismatiques à angle faible pendant l'exécution ou après, etc.

En résumé, on voit si les faces sont bonnes, si elles sont parallèles, si les bords sont arrondis.

Verre trempé ou non homogène. — Quand on travaille des pièces à un grand degré de précision, la qualité de la matière n'y répond pas toujours, et la pièce pourrait être bien exécutée et cependant paraître défectueuse; ces méthodes permettent alors de bien séparer les erreurs. Voici un des cas qui se sont présentés. J'ai travaillé un cube de crown de 40 millimètres destiné à faire un angle type de 90°. Les deux premières surfaces sont reconnues assez planes et le parallélisme bon; en effet, une lunette auto-collimatrice placée vers le centre ne donne qu'une image, mais si on déplace la pièce, tout autour du centre on verra deux images assez écartées, or cela ne peut provenir des surfaces; c'est donc bien de la matière trempée ou non homogène (1).

Procédé pratique pour exécuter des glaces parallèles minces. (*Inédit.*) — J'emploie un plateau en verre de 25 millimètres d'épaisseur et de 13 centimètres de diamètre (fig. 18).

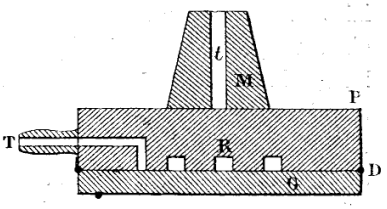


Fig. 18. — Support en verre pour maintenir les glaces minces.

La face P est polie et porte une molette en liège M percée d'un trou t de 10 millimètres pour le passage de la lumière. L'autre face D, dépolie, est plane et parallèle à P. Elle est sillonnée de rigoles R, communiquant entre elles et avec le trou T. La glace à faire G est préparée à l'éméri le mieux possible; le plateau étant retourné, on applique bien la glace sur D, on ajoute un poids, on colle les bords, soit à l'arcanson, soit au papier; ce léger collage ne suffit pas du tout à retenir la glace, il sert seulement à empêcher l'air d'entrer dans les rainures

(1) Voir, pour l'explication que j'ai proposée, *Séances de la Société française de physique*, janvier-juillet 1886, p. 114.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

R. On fait le vide en T, en aspirant avec la bouche par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc qui s'adapte en T au moyen d'une tige percée ; quand le vide est fait et tout en aspirant on appuie vivement la tige qui écrase la cire à mouler placée au fond de T et percée aussi ; la cire en s'aplatissant bouche le trou, on retire alors la tige ; c'est un moyen simple et rapide de faire le vide. La glace ne fait plus qu'un avec le plateau et on travaille le tout comme s'il s'agissait d'un seul bloc épais. Une fois polie, on retourne la glace, pour faire la deuxième face. Ce procédé m'a donné d'assez bons résultats. On peut ensuite découper la glace en petits morceaux. Ce serait tout à fait bien, si la matière ne jouait pas. (Voir p. 476.)

Je ne m'avance pas trop en déclarant qu'une glace mince, devant avoir deux faces planes et parallèles, est impossible à exécuter, si on la travaille de la grandeur qu'elle doit avoir. On peut bien, pour le verre, travailler une grande glace et en découper dedans une petite, mais en découpant la glace, elle change encore de forme.

Appareil pour le contrôle et l'exécution des surfaces perpendiculaires.

Il est représenté en perspective (fig. 19).

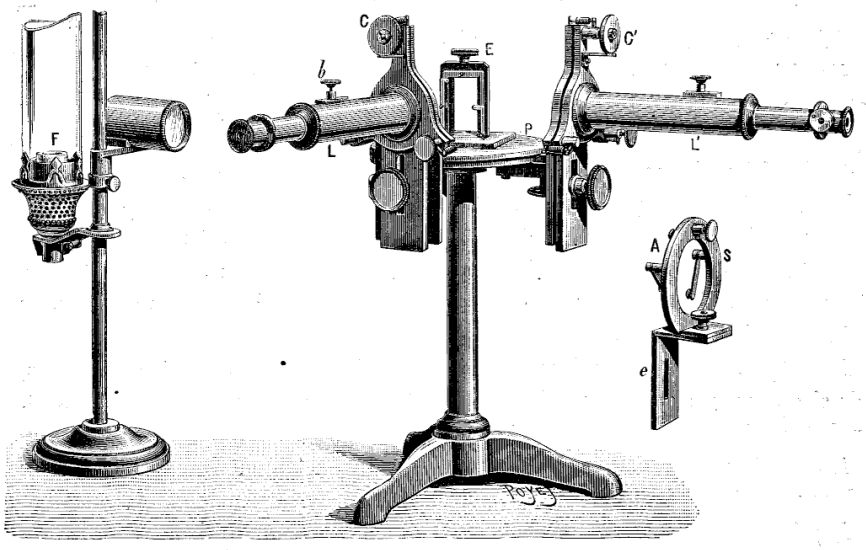


Fig. 19. — Appareil pour le contrôle des surfaces perpendiculaires.

Légende explicative. — P, Plateau horizontal sur lequel on pose les pièces à examiner ; il est supporté par une colonne fixée à un trépied.

L, Lunette placée horizontalement ; elle peut se déplacer verticalement sur un support fixé au plateau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L′, Seconde lunette identique fixée sur un support mobile autour du centre du plateau; on peut fixer ce dernier par une pince.

F, Éclaireur de la lunette L.

C, Cadran divisé pour les mesures.

b, Bouton de serrage servant à fixer le rentrant de la lunette quand on a réglé les fils.

A, Miroir plan (argenture Foucault) fixé sur le support S, au moyen de trois pointes et trois ressorts (on peut l'enlever).

S, Support du miroir A; il peut prendre plusieurs positions sur l'équerre *e*.

On peut aussi l'employer sur le foco-aberromètre (p. 506).

e, Équerre mobile, se mettant à la place de la lunette L′.

E, Équerre type de 90° servant à régler les lunettes parallèlement au plateau.

On peut se servir du cube type (p. 495).

La lunette L′ peut s'enlever et servir de lunette verticale, en la plaçant sur le support (fig. 7); elle peut aussi servir de deuxième lunette au goniomètre (fig. 24).

Les pièces à vérifier se posent directement sur le plateau ou sur trois pointes dans le cas des mesures de précision; on a tracé sur le plateau des traits perpendiculaires à la lunette, afin de faciliter le placement des pièces à examiner.

Expérience avec la première lunette L *seule.* — Le type de 90° étant placé sur le plateau, on rend la lunette L perpendiculaire à une de ses faces. On s'assure qu'en déplaçant le type horizontalement, l'image réfléchie suive bien le fil horizontal : c'est lui qui sert de mesure, le fil vertical ne sert pas dans ce cas.

Pour le réglage des fils, voir p. 479.

On remplace le type par la pièce à examiner. Si l'image est au-dessus du fil horizontal, l'angle observé est plus petit que 90°; si elle est au-dessous, l'angle est plus grand. L'ouvrier sait qu'il faut appuyer en avant dans le premier cas, en arrière dans le deuxième.

Remarque. Si on estime l'erreur en fonction de l'image, elle est égale à 2 α, mais si on mesure en rendant le fil tangent à l'image au moyen du cadran C, l'angle trouvé sera seulement égal à α.

Avec cette seule lunette on peut obtenir le 90° exactement, il faut une équerre à glace parallèle et il suffit de deux lectures (fig. 29, p. 496).

Expériences au moyen des deux lunettes. — Quand la lunette L′ est dans le prolongement de L, elle permet de vérifier des systèmes optiques transparents à faces planes, des glaces parallèles nues, par réfraction et plus ou moins inclinées sur le faisceau, des Nicols, Foucault, biréfringents, etc.

Quand L′ est perpendiculaire à L, elle permet de vérifier des glaces ou des surfaces isolées sous l'incidence de 45°, des prismes à réflexion totale.

Quand les deux lunettes sont obliques l'une sur l'autre, elles peuvent servir à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vérifier des prismes d'angles quelconques; dans ce cas, il faudra éclairer au moyen du brûleur monochromatique.

Si les surfaces sont bien contrôlées, on peut juger de la qualité de la matière.

Les deux lunettes permettent d'exécuter une base perpendiculaire à deux faces polies.

On peut coller un prisme dans une monture de façon que deux faces polies soient perpendiculaires à la base métallique.

Avec les deux lunettes on peut obtenir aussi le 90° exactement et une seule surface polie, perpendiculaire à une autre non polie, mais il faut trois lectures (voir p. 495).

Expériences avec le plan vertical argenté. Avec ce plan A, au lieu de la lunette L', on refait les vérifications indiquées avec les deux lunettes, mais avec réflexion sur ce plan, c'est-à-dire avec l'auto-collimation qui a pour but, en doublant les erreurs, de les rendre plus appréciables; il faut alors plus de lumière.

Vérification rapide des prismes à 90°, 45° *et* 60° *dont les trois faces sont polies.* (*Inédit.*) — Cette méthode a surtout pour but de voir si l'angle droit est bien à 90°. et si les angles à 45° sont bien égaux; on juge aussi de la qualité des surfaces; elle est directe, on n'a pas besoin de types et il suffit de poser les prismes sur le plateau.

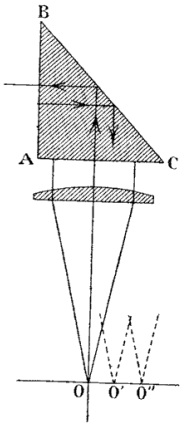


Fig. 20. — Vérification d'un prisme à 45°.

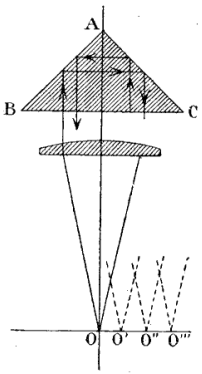


Fig. 21. — Vérification d'un prisme à 90°.

Vérification des angles à 45°. — Soit un prisme à 90° ABC (fig 20) et une lunette normale à la face AC, par exemple. Le trou lumineux enverra un faisceau conique qui, après avoir traversé l'objectif, sortira cylindrique; il rencontrera la face AC, une faible partie se réfléchira sur AC et reviendra donner son image en O'; la plus grande partie de la lumière pénétrera dans le prisme, se réfléchira totalement sur BC, puis rencontrera AB; la plus grande partie sortira et sera perdue; une faible partie se réfléchira sur AB, totalement sur BC et donnera une deuxième image en O''. Il est facile de voir que si les angles B et C sont égaux, quel que soit A, les images O' et O'' coïncideront.

L'inspection des images donnera d'un coup d'œil la valeur du prisme.

Si l'on n'a qu'une image nette (fig. 22,*a*), ce qui est très rare, cela indique que les deux angles BC sont égaux. Généralement on a deux images; celle qui est réfléchie par la face AC est un peu plus éclairée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 22,*b* indique que les angles ne sont pas égaux, mais que les faces sont perpendiculaires à un même plan horizontal.

La figure 22,*c* indique qu'ils sont égaux, mais les faces ne sont pas perpendiculaires.

La figure 22,*d*, la plus générale, indique une différence d'angles et une non-perpendicularité. Si les images sont nettes, les surfaces sont bonnes. On peut viser successivement le centre et les bords du prisme et l'on verra des différences dans l'écartement des images et dans la netteté.

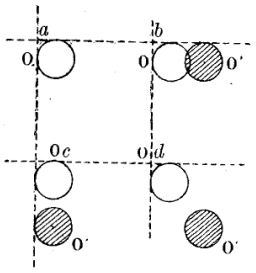


Fig. 22. — Positions des images.

Vérification de l'angle droit. — Dans la figure 21, le prisme a son hypoténuse normale à la lunette.

Ici la marche des rayons est un peu compliquée. Nous avons cinq images à considérer, mais elles se réduisent à trois.

Le faisceau qui sort de l'objectif se présente tout entier à la face BC; une faible partie se réfléchit sur cette face et donne une image en O. La plus grande partie de la lumière pénètre dans le prisme, on peut la diviser en deux moitiés; le demi-faisceau gauche se réfléchira totalement sur BA et sur AC et rencontre BC; une faible partie se réfléchit sur BC (nous la reprendrons), la plus grande partie sort et rentre dans la partie droite de l'objectif pour former une image très vive, mais qui revient exactement au point de départ en O, par suite de la propriété géométrique de l'angle droit; on ne voit donc pas cette image, ni celle qui est fournie par le demi-faisceau droit, à moins qu'il n'y ait une grande différence dans l'angle de 90°.

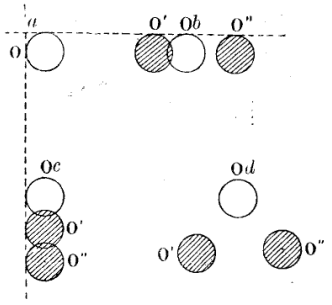


Fig. 23. — Positions des images.

La partie que nous avons laissée, et qui se réfléchit sur BC, se réfléchit totalement sur AC et sur AB pour rentrer dans la partie gauche de l'objectif et former une image O′, la deuxième visible. Le demi-faisceau droit donnera la troisième image O″ visible. La plus éclairée est la première O, celle qui est donnée par l'hypoténuse BC. Les angles B et C peuvent être inégaux.

Fig. 23,*a*, angle de 90° exact.

Fig. 23,*b*, différence dans l'angle, mais surfaces perpendiculaires.

Fig. 23,*c*, angle exact, mais surfaces non perpendiculaires.

Fig. 23,*d*, la plus générale, différence d'angle et non-perpendicularité.

On peut examiner aussi le centre et les bords du prisme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prisme à 60°. — On verrait de même qu'il y a trois images, qui se réduisent à une, quand les angles sont égaux.

Goniomètre d'atelier pour exécuter des angles dièdres, des prismes, etc.

Il est représenté (fig. 24), en perspective et au complet.

Légende explicative. — S, Plateau sur lequel on pose le prisme P; il porte

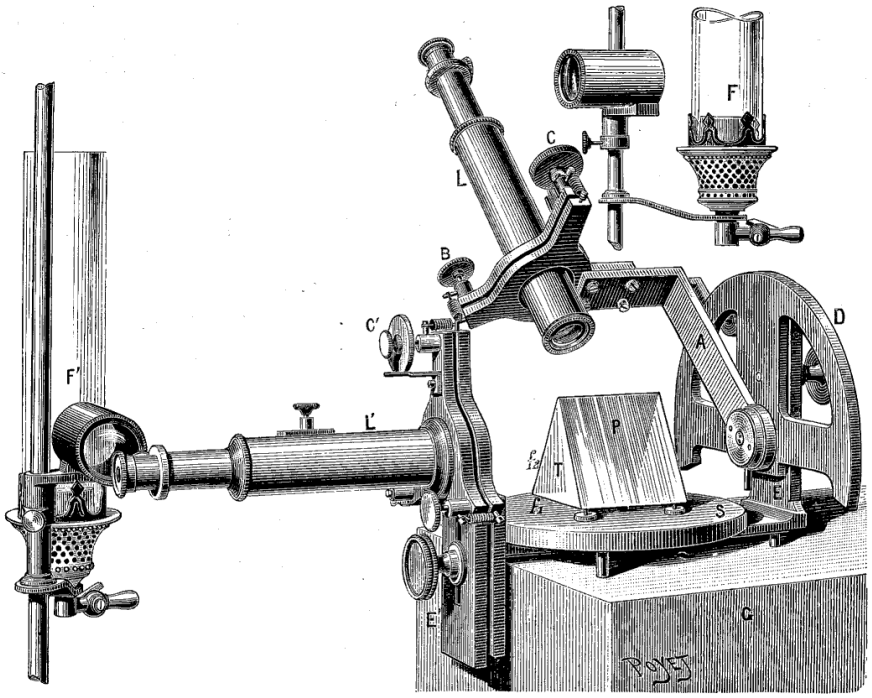


Fig. 24. — Goniomètre d'atelier.

l'arc de cercle D non divisé et l'équerre E'; il repose sur une boîte G, quand la lunette L' est montée, et il repose directement sur la table lorsque E' et L' sont enlevés.

P, Prisme à mesurer; il repose sur S au moyen de trois pointes.

D, Arc de cercle; il glisse à rainure verticalement le long de l'équerre E; on le fixe au moyen d'un bouton. Il porte l'alidade A.

A, Alidade mobile sur D; on la fixe au moyen d'une pince de serrage, elle supporte la lunette L.

L, Lunette auto-collimatrice et son trépied avec ses trois pointes q, B,C.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

q, Pointe fixe (invisible sur le dessin).

B, Bouton pour régler le fil parallèle à l'arc D; la ligne qB est perpendiculaire à l'arc D.

C, Cadran divisé, pour régler le fil perpendiculaire à l'arc D, celui qui sert de mesure.

FF′, Éclaireurs des lunettes L et L′.

E, Équerre fixée au socle S; c'est sur elle que se monte l'arc D.

E′, Équerre fixée à volonté sous le plateau S; elle porte la lunette L′.

L′, Deuxième lunette, mobile sur l'équerre E′, elle sert à vérifier si le talon du prisme P est perpendiculaire au plateau S; c'est le fil horizontal qui sert à mesurer.

G, Boîte fermée servant à divers usages.

Comme outil, cet appareil sert surtout pour faire des angles dièdres d'après des angles donnés ou d'après des types fixes 45°-60° (p. 489), ou des angles quelconques avec l'équerre à angle variable (p. 490) réglée au moyen du cercle divisé (p. 490); des prismes à angles faibles, au moyen du cadran C ou autrement.

On peut faire le parallèle, comme avec l'appareil à lunette verticale (p. 477).

Il sert surtout à l'exécution des prismes de précision.

Comme appareil de contrôle, il sert à vérifier des angles dièdres d'après des angles donnés ou des types, à mesurer des angles faibles par le cadran C, et à contrôler des glaces parallèles.

Réglage des fils. — Pour la lunette L la ligne des deux pointes B′ q est, par construction, perpendiculaire à l'arc D; l'un des fils est parallèle à cette ligne, c'est lui qui sert pour la mesure au moyen du cadran divisé C; l'autre fil est parallèle à l'arc D. On vérifie si l'image suit ce fil, quand on tourne C.

Pour la lunette L′, c'est le fil horizontal qui sert pour la mesure; au moyen du cadran divisé C′, on vérifie si l'image suit bien ce fil lorsqu'on déplace P horizontalement (voir p. 479).

Par construction, la lunette L est réglée parallèle à l'arc D, on peut le vérifier optiquement; pour cela on rabat horizontalement la lunette L, à gauche par exemple; on met à la place de P une glace parallèle verticalement et perpendiculaire à L; on relève L et on la rabat horizontalement à droite, le fil vertical indiquera l'erreur.

Procédé pour orienter rapidement la lunette sur un prisme quelconque. — On pourrait tâtonner quelquefois très longtemps avant de trouver l'image; j'indiquerai le moyen suivant. On rend le trépied mobile de la lunette L parallèle au trépied fixe. On place une arête du prisme parallèle aux traits tracés sur le socle S, on prend un carton dont les côtés sont perpendiculaires, et on le tient à la main sur la face réfléchissante du prisme et on tourne l'alidade A, afin d'amener son arête de gauche parallèle au côté correspondant du carton; on fixe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'alidade et on place le brûleur en face de la lunette. Il suffit alors de tourner un peu l'alidade en regardant à l'oculaire et l'on trouve l'image.

Les traits ont pour but de placer le prisme de telle façon qu'en manœuvrant la lunette pour chercher l'image, on soit certain de la voir passer dans le champ.

Le carton sert à placer la lunette à très peu près à sa place, afin d'orienter le brûleur de manière qu'en tournant la lunette, le champ soit toujours éclairé.

Exécution des prismes de précision. (*Inédit.*) — Le prisme est une des pièces optiques le plus difficile à exécuter, d'abord parce qu'il y a des faces obliques; dans toute construction, dessins, etc., dès que l'on sort du parallèle et du perpendiculaire, on sait que les difficultés commencent. En outre les faces doivent être non seulement planes, mais faire entre elles un angle déterminé, et de plus, il faut qu'elles soient perpendiculaires à un plan commun. La répartition inégale de la matière au talon et aux pointes ajoute encore aux difficultés, car la matière fléchit pendant le travail, et se déforme après par suite des collages indispensables, le verre étant très élastique.

Voici un moyen pratique que j'emploie depuis plusieurs années après l'avoir modifié et perfectionné; il permet de faire des prismes ayant des surfaces aussi planes que possible, elles ont bien les angles demandés et elles sont perpendiculaires à un plan commun. Ce procédé permet de pousser la précision à ses limites, si c'est nécessaire, ou de soigner un point plutôt qu'un autre, suivant le but à remplir.

Pour fixer les idées, soit à exécuter un prisme équilatéral P (fig. 24).

Le prisme étant ébauché et légèrement plus grand, on commence par polir le talon t, très peu mais assez plan : c'est un guide. Le prisme est monté en plâtre et entouré de calles en verre, afin d'obtenir de bonnes surfaces; on a réservé, sur les faces qui doivent servir de guides, un petit espace circulaire de 10 millimètres de diamètre, pour permettre aux lunettes de se régler normalement à ces faces. On polira d'abord une première face f, qui n'a qu'une condition à remplir : être perpendiculaire au talon t; on peut alors le faire, soit avec la lunette L′ sur le goniomètre, soit avec l'appareil à lunette horizontale (p. 484). Le prisme est alors remonté en plâtre, la face polie se trouve en f_2, et la deuxième face à faire toujours en f_1. L'angle des faces f_1 et f_2 est donné par la lunette L et l'angle perpendiculaire au talon par la lunette L′; chaque lunette donne son erreur et la résultante indique à l'ouvrier où il faut appuyer. On ferait une troisième face de la même façon.

C'est par ces procédés que j'ai pu tailler le cube, les lames et les prismes en quartz qui ont servi à M. Macé de Lépinay (1).

Si l'on a à faire des angles de 45°, 60° ou 90°, on se servira des types corres-

(1) *Journal de physique*, 2e série, t. VII, p. 54.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pondants (p. 495) pour régler les lunettes. Si les angles sont quelconques, on emploiera l'équerre à angle variable (p. 490).

Lames prismatiques à angle faible. — Ces lames sont difficiles à faire par les moyens ordinaires et l'on n'est pas certain de l'exactitude de l'angle. En employant soit la lunette verticale (p. 477), soit le goniomètre, on y arrive très facilement et avec toute la précision désirable. Il suffit en effet, après avoir rendu la lunette perpendiculaire à un plan horizontal, de noter la division du cadran C, puis de tourner ce dernier du nombre de divisions voulu et dans le sens convenable, pour placer la lunette à l'angle demandé, etc.

Indice de réfraction. — J'indiquerai un exercice pour les élèves. On peut, avec une approximation de quelques unités de la troisième décimale, mesurer l'indice de réfraction d'une substance.

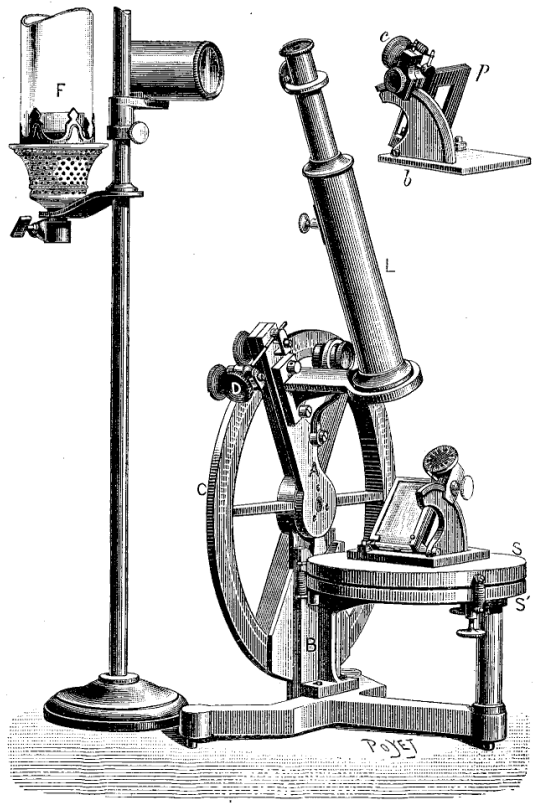


Fig. 25. — Cercle divisé et équerre à angle variable.

Pour cela, on taille une lame prismatique d'un angle faible a de 1° par exemple. Avec la lunette verticale on mesure cet angle, en divisions de C par réflexion et retournement sur la face supérieure, et on éteint en partie celle de la face inférieure. On mesure ainsi $2a = p$, puis on mesure l'écartement des deux images données par les deux faces, on mesure alors $2na = q$, d'où l'on tire $n = \frac{q}{p}$

Cercle divisé.

Quand on veut exécuter un angle dièdre quelconque, il faut de toute nécessité avoir un cercle divisé et soigné. L'appareil est représenté (fig. 31).

Légende explicative. — S, Socle sur lequel on pose les pièces à mesurer; il repose sur le socle S' au moyen de trois pointes; il porte des traits perpendiculaires au cercle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S′, Socle fixe, relié au trépied au moyen d'une colonne et d'un bâti B.

C, Cercle divisé; il porte l'alidade A et est mobile verticalement sur le bâti B dans une rainure; le degré est divisé en 6.

A, Alidade avec vernier donnant les 20 secondes; elle porte une lunette fixe L.

La vis tangente porte un petit cadran divisé; on peut donc mesurer le déplacement de l'alidade en nombres arbitraires, mais dont on connaît aussi la valeur en secondes.

L, Lunette auto-collimatrice; elle est réglée, par construction, parallèle au cercle.

F, Éclaireur.

Pour régler l'appareil, on amène le vernier de la lunette sur le zéro, on pose un plan sur le socle S, au moyen de trois pointes et on tourne les boutons du socle S′, afin de rendre l'image tangente aux deux fils. On peut mesurer des angles faibles, soit par le vernier, soit par le cadran D.

Cet appareil de précision ne peut être confié dans un atelier où il risquerait d'être faussé et perdrait par suite toute sa valeur, et cependant, si l'on exige de l'ouvrier un certain degré de précision, il faut bien lui donner les moyens d'y arriver. J'ai tourné la difficulté de la manière suivante, en employant un accessoire, l'équerre à angle variable.

Équerre à angle variable.

Cette équerre est représentée fig. 25 en haut à droite, et placée sur le socle S. Elle se compose d'un bâti métallique *b* dont la base inférieure est dressée plane; il supporte un châssis mobile autour d'un axe. Ce châssis porte un plan *p* qui est entraîné par la pince que l'on peut fixer à un endroit quelconque. La pince porte une vis dont le cadran divisé C sert pour les petits mouvements et un ressort antagoniste évite tout jeu.

Cette équerre forme un angle dièdre variable, dont le côté supérieur est en verre poli et dont la base est métallique. On peut lui donner un angle quelconque depuis zéro jusqu'à 90°.

Soit un angle quelconque à exécuter : on présente l'équerre sur le cercle divisé. Pour éviter les tâtonnements dans la recherche de l'image, je renverrai à la page 488. On place le vernier de la lunette L sur la division demandée et on règle l'équerre mobile de manière à faire coïncider l'image du trou avec le fil perpendiculaire au limbe. On a ainsi créé un type de l'angle demandé : c'est ce type que l'on donne à l'ouvrier, pour régler son goniomètre (p. 487). Le goniomètre peut être faussé, ainsi que l'équerre : cela ne fait rien, puisqu'on peut toujours vérifier et régler les deux instruments au moyen du cercle divisé qui reste dans le cabinet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'équerre à angle variable peut servir à déterminer la valeur en secondes des divisions des cadrans de chaque lunette (voir p. 478).

On peut aussi avoir un prisme à angle de 30′.

On peut employer les angles types de 45°, 60°, 90° à vérifier les divisions correspondantes du cercle : c'est un moyen précis, puisque les angles sont connus à moins de 5″ près.

Je mentionnerai, à titre d'exercice pour les élèves, les vérifications optiques suivantes :

1° La glace doit être parallèle à l'axe de rotation ;

2° L'axe doit être parallèle à la base.

On obtient ces conditions par le retournement à 180° du châssis de la glace sur son axe et du bâti de l'équerre sur lui-même. On peut employer pour cela le cercle divisé, le goniomètre d'atelier ou la lunette verticale.

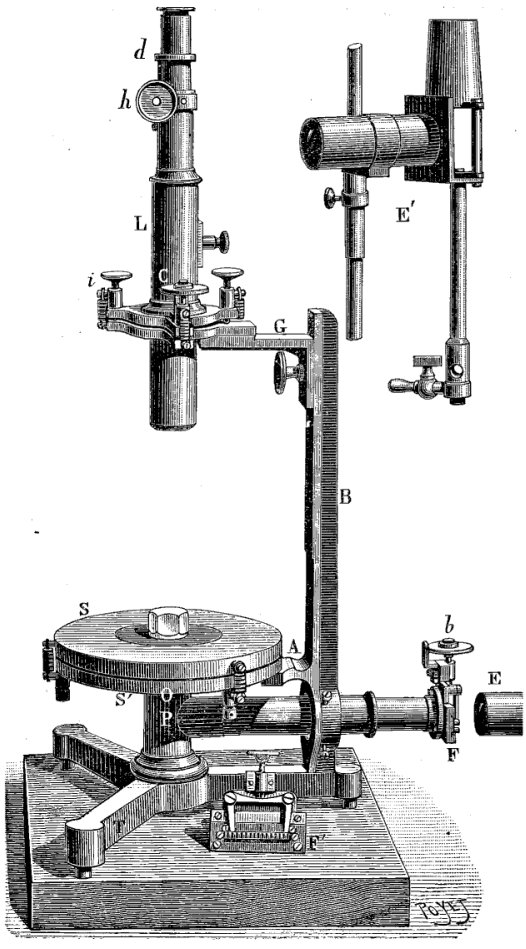


Fig. 26. — Appareil à contrôler par réfraction les systèmes optiques à faces planes.

Appareil pour contrôler par réfraction les systèmes optiques composés, terminés par des surfaces planes.

L'appareil est représenté figure 26.

Légende explicative. — B, Bâti vertical fixé sur le trépied T ; il porte l'appendice A.

A, Appendice sur lequel on fixe S′.

T, Trépied supportant le bâti B et la colonne OP.

S′, Socle fixé sur la colonne OP et sur l'appendice A ; il supporte le socle S.

S, Socle portant des diaphragmes à trou, sur lesquels on pose les pièces à examiner. Il repose sur S′ au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyen de trois pointes et de trois ressorts antagonistes. Dans les appareils simples il monte à frottement sur un tube fixé sur S′, sans pointes ni ressorts.

OPF, Collimateur ; il est coudé afin de rendre l'appareil plus portatif.

O, Objectif, invisible sur le dessin ; on peut le sortir après avoir enlevé S.

P, Prisme à réflexion totale, invisible aussi et porté par l'objectif O ; on peut essuyer O et P.

F, Fente variable, vue de côté.

F′, Même fente vue de face ; elle est d'une construction spéciale, qui lui permet de rester centrée quand on fait mouvoir le bouton *b ;* un des côtés porte un petit cran en forme de V au milieu de sa hauteur.

b, Bouton pour faire varier la largeur de la fente.

L, Lunette ordinaire avec oculaire à tirage, mais avec un trépied à trois pointes fixé sur l'équerre G.

Elle fait suite au collimateur OPF.

G, Équerre, mobile verticalement sur le bâti B.

C, Bouton de réglage.

E, Éclaireur mis en place devant la fente F ; il peut être à lumière blanche ou à lumière jaune.

E′, Brûleur à lumière monochromatique, séparé.

d, Diaphragme ordinaire portant deux fils croisés.

h, Boutons pour la mise au point.

Marche de la lumière. — Elle est représentée fig. 27.

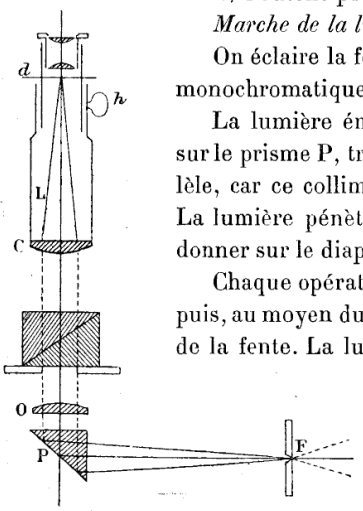


Fig. 27. — Marche de la lumière dans l'appareil à contrôler par réfraction.

On éclaire la fente F avec un brûleur ordinaire ou à lumière monochromatique, suivant le cas.

La lumière émane horizontalement de la fente, se réfléchit sur le prisme P, traverse l'objectif O et monte en faisceau parallèle, car ce collimateur est réglé par construction pour l'infini. La lumière pénètre dans la lunette L par l'objectif C et vient donner sur le diaphragme *d* une image nette de la fente F.

Chaque opérateur met d'abord l'oculaire au point pour les fils, puis, au moyen du bouton *h*, on met les fils au point pour l'image de la fente. La lunette se trouve ainsi réglée pour l'infini.

Pour centrer l'appareil, c'est-à-dire mettre la lunette dans le prolongement exact du collimateur, il suffit de centrer l'image de la fente sur les fils croisés (fig. 28).

Pour cela, on agit d'abord sur le bouton *i* (fig. 26) afin de mettre l'un des fils au milieu du petit cran en V de la fente, le bouton C servira à placer l'autre au milieu de la largeur variable de cette fente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si on place alors sur le socle S un système transparent tel qu'une glace non étamée, un prisme de Nicol ou de Foucault, un prisme biréfringent, deux prismes égaux posés l'un sur l'autre et à pointes opposées, une plaque de cristal collée sur une glace, etc., on jugera d'un coup d'œil des qualités optiques du système. Si l'image est nette, les faces sont planes; si elle ne l'est pas, on agira sur le bouton *h* et l'on verra si l'on peut trouver une image nette; dans ce cas, le système pourra être encore bon, mais il aura un foyer.

Si le système n'est pas centré, on le verra par le déplacement de la fente par rapport aux fils (fig. 28, *b*).

On jugera aussi du chromatisme de l'image réfractée.

S'il s'agit du prisme de Wollaston, on verra de suite si les images sont également écartées (fig. 28, *c*). Dans ce cas, on pourra mieux en juger en élargissant la fente de façon à mettre les images en contact (fig. 28, *d*). On pourra alors comparer rapidement plusieurs prismes.

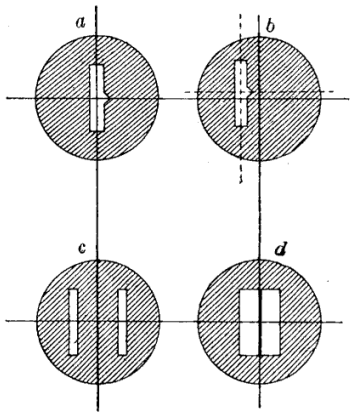


Fig. 28. — Positions des images.

Comme outil d'atelier, cet appareil sert couramment pour centrer en les collant les deux parties d'un Nicol pendant qu'il est encore tiède; l'un des fils sert à centrer dans un plan; si la pièce ne l'est pas dans l'autre, cela dépendra des angles.

Quand on colle une glace sur une autre au moyen du baume, on appuiera où il faut pour que la déviation soit nulle. Dans ce cas, on remplace le socle S (fig. 26) par un grand disque en cuivre rouge que l'on maintient à une douce température au moyen d'un bec de gaz placé sur le côté; ce plateau est alors séparé de S′ par des calles en bois.

Il y a des cas plus rares où il est nécessaire de poser le système optique sur une base bien perpendiculaire à l'axe optique du collimateur. Pour remplir cette condition, on remplace l'oculaire ordinaire de la lunette L par un autre (fig. 12) décrit page 479; après avoir bien centré les fils de ce nouvel oculaire sur l'image de la fente éclairée, on transporte l'éclaireur à l'oculaire, afin d'éclairer les fils, on les fait réfléchir sur eux-mêmes au moyen d'un plan réflecteur à fac es parallèles placé sur le socle S (fig. 26); pour ces expériences il faut avoir le socle S réglable sur le socle fixe S′ au moyen de trois pointes à ressorts. On peut diviser les boutons *b* et *c*, ce qui est plus commode pour les mesures.

En résumé, on a un collimateur et une lunette dans le prolongement l'un de l'autre, on interpose un système optique entre les deux, l'apparence de l'image

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indique l'excentricité par la déviation de la fente et la qualité du système par la netteté de l'image.

Types.

Nous allons parler des types employés avec les divers instruments.

Plan type. — Il sert à comparer les surfaces planes. On prend trois disques égaux A, B, C, de 20 centimètres de diamètre et de 20 millimètres d'épaisseur par exemple ; sur chacun d'eux on travaille une surface le mieux possible, on les pose deux à deux, l'une sur l'autre, sur l'appareil (p. 473) à la place du plan type. A + B, par exemple, produiront quelques anneaux ; en appuyant au centre on verra s'ils sont convexes, on les notera alors avec le signe + et s'ils sont concaves avec le signe —. On fera de même avec A + C et B + C et l'on aura en tout trois équations à trois inconnues faciles à résoudre. On en déduit pour chaque plan sa valeur en anneaux, par rapport à un plan idéal parfait. On retouche les plans et on finit par avoir trois bons plans types et dont on connaît la valeur exacte.

Équerre fixe. — Elle donne l'angle droit à moins de 5″ près.

L'appareil (fig. 1, p. 474) nous permet de faire des plans et l'appareil (fig. 7, p. 477) permet de faire des glaces parallèles. Soit une glace parallèle fixée au moyen de trois pointes et trois ressorts sur un bâti métallique en forme d'équerre E (p. 483, fig. 19) ; je la pose sur le plateau P perpendiculairement à la lunette L (l'autre L′ ne sert pas dans ce cas). La base de l'équerre est travaillée plane et perpendiculaire à la glace. On règle le fil horizontal de la lunette, bien tangent à l'image, puis on fait faire un demi-tour à l'équerre E : l'on voit de suite s'il y a erreur et l'on corrige la base. Cette erreur vue dans l'oculaire est quadruplée ; si on mesure en rendant la lunette perpendiculaire à la deuxième position de l'équerre, elle est doublée.

Cette équerre peut servir à rendre la lunette parallèle au cercle divisé (p. 490) ou à l'arc de cercle dans le goniomètre d'atelier (p. 487).

Ce moyen est le plus simple, il n'exige qu'une lunette et deux lectures, mais il faut une glace parallèle et ce n'est pas facile.

En voici un autre qui n'exige qu'une surface polie, mais il faut deux lunettes et trois lectures.

Cube type. — Supposons un cube (p. 495, fig. 19) ayant une surface polie perpendiculaire à sa base : on le met en E, à la place de l'équerre, perpendiculairement à la lunette L et on fait une première lecture, on enlève le cube, on place la lunette L′ dans le prolongement de L et l'on fait une deuxième lecture, puis on remet le cube en place, mais ayant fait un demi-tour, et l'on voit s'il est perpendiculaire à L′ ; on fait la troisième lecture. L'amplification des erreurs est comme dans le premier cas.

Dans la pratique, on peut employer utilement un cube type ayant deux sur-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faces verticales polies, faisant entre elles un angle de 90° et perpendiculaires à une base horizontale non polie.

Angle type de 45°. — Soit un prisme ABC (fig. 29); nous savons faire exactement l'angle de 90° en A, e tnous polirons les deux faces AB et AC planes. Si nous faisons maintenant les deux angles B et C égaux, ils seront nécessairement à 45°; pour cela nous emploierons le goniomètre (p. 487). La lunette L est réglée perpendiculaire à la face AB, puis on retourne le prisme, on amène C à la place de B et l'on voit la différence d'angle. Cette erreur vue à l'oculaire est doublée; mesurée au cadran C, elle est simple. Ce type donne à la fois l'angle de 90° et celui de 45°.

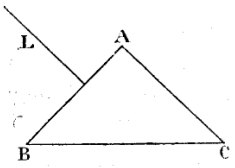


Fig. 29. — Construction de l'angle type de 45°.

Angle type de 60°. — Pour ce type il faut tâtonner; on fait un prisme équilatéral le mieux possible et l'on polit deux faces (l'une des deux servira toujours). On emploie le goniomètre comme précédemment, on règle la lunette L perpendiculaire à une face polie et l'on mesure successivement les trois angles en divisions du cadran C.

J'appelle A le plus petit angle, les deux autres seront

$$B = A + m \qquad C = A + n$$

En faisant la somme, on aura :

$$A + B + C = 3A + (m + n) = 180^\circ$$

d'où

$$60^\circ = A + \frac{m + n}{3}$$

quantité connue; on réglera la lunette d'après ce nombre et l'on retouchera le prisme.

On pourrait ajouter à ces types l'équerre à angle variable page 491.

Il est utile aussi d'avoir un prisme à angle faible d'un demi-degré pour déterminer la valeur des divisions des cadrans C des lunettes auto-collimatrices.

Surfaces métalliques ou non polies.

Ces méthodes et ces instruments peuvent aussi s'employer dans les ateliers de mécanique de précision. On peut mesurer les angles des surfaces métalliques; il suffit en effet de bien appliquer sur la surface à mesurer, un petit plan de verre ayant deux surfaces parallèles, une polie et l'autre dépolie; on peut alors les présenter sous les lunettes auto-collimatrices.

Résumé.

La question des surfaces planes me paraît à peu près résolue quant aux instruments et aux méthodes.

En entourant les surfaces de cales, séparées ou annulaires, on peut les faire très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

planes. On peut leur donner les angles voulus avec toute la précision désirable et l'on obtiendrait toujours de très bons effets si, malheureusement, ainsi que je l'ai dit, les surfaces ne se déformaient pas une fois démontées de leurs collages indispensables (et plus ou moins, suivant la matière, la forme des pièces et leurs épaisseurs).

Il y a beaucoup à faire dans cette voie où l'on est quelquefois complètement dérouté. Tous ces effets sont peu connus, ce qui n'est pas surprenant, puisque les moyens pratiques et précis de constater les faits manquent encore dans les ateliers d'optique, au moins en France.

Il reste une consolation; après avoir servi à exécuter les pièces, mes appareils permettent de déterminer la valeur exacte des pièces finies : on peut donc faire un triage afin de les utiliser encore le mieux possible.

MÉTHODES ET DISPOSITIFS POUR CONTRÔLER LES SURFACES COURBES PENDANT ET APRÈS L'EXÉCUTION.

L'examen de ces surfaces présente de grandes difficultés, à cause de leurs variétés infinies.

Je suis arrivé à combiner un appareil que j'ai beaucoup simplifié; il permet le contrôle facile des lentilles et des surfaces courbes isolées. Il faudrait un nom un peu compliqué pour le dénommer, car il sert à un très grand nombre d'expériences variées; pour simplifier, je l'appelle *foco-aberromètre*.

Foco-aberromètre Laurent.

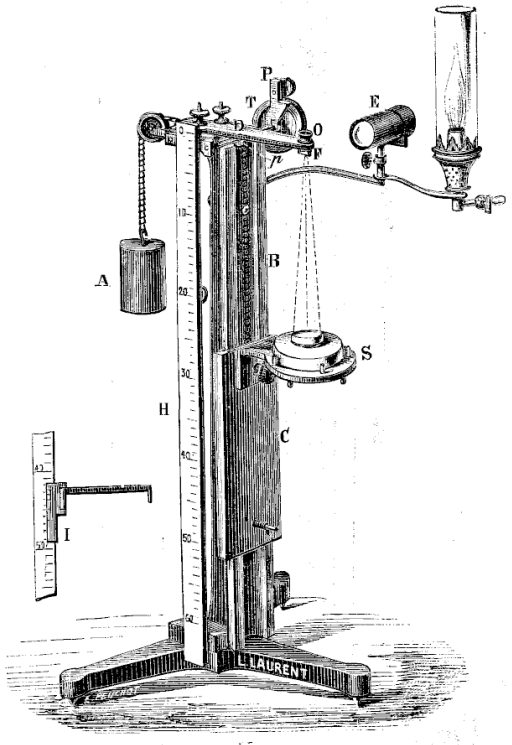


Fig. 30. — Foco-aberromètre Laurent, première disposition.

Cet appareil comporte deux dispositions principales :

La première, représentée fig. 30, comprend le bâti B seul et s'applique surtout aux lentilles convergentes et aux surfaces concaves.

La deuxième, figure 31, comprend le bâti précédent muni de sa rallonge R; il sert surtout pour les lentilles divergentes et les surfaces convexes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Légende explicative. — B, Bâti vertical; il est fixé sur un trépied et porte la pièce oculaire D.

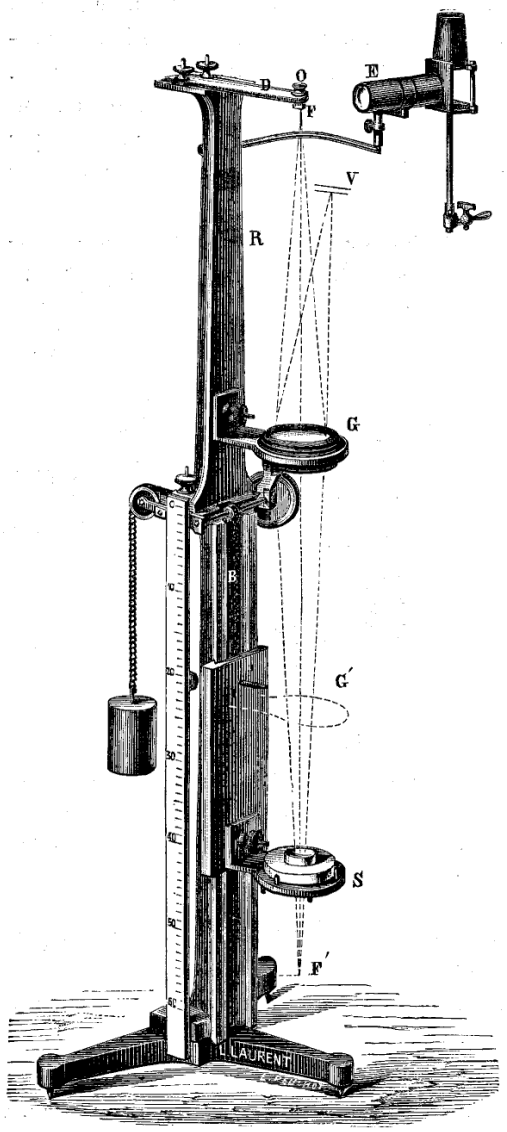


Fig. 31. — Foco-aberromètre Laurent; seconde disposition.

C, Chariot glissant le long du bâti; il est suspendu à la chaîne *c* et équilibré par le contrepoids A; il porte le support S.

S, Support pouvant se fixer à volonté en haut ou en bas du chariot C; il supporte les pièces à examiner; avec cette disposition, on a, pour une même longueur du bâti, une plus grande course.

c, Chaîne de Vaucanson; elle supporte le chariot, C, engrène avec le pignon *p*, s'enroule sur une petite poulie et supporte A.

A, Contrepoids pour équilibrer le chariot C et ses accessoires.

p, Pignon engrenant avec la chaîne *c*; il est fixé au milieu d'un arbre qui porte en avant le tambour T.

T, Tambour fixé à l'extrémité de l'arbre qui porte *p*; on le tourne à la main pour faire mouvoir le chariot, c'est-à-dire pour mettre au point; on peut le fixer au moyen de la pince P.

D, Pièce oculaire que l'on fixe à volonté sur le bâti B ou sur la rallonge R (fig. 31); elle porte l'oculaire O et le prisme F.

O, Oculaire positif grossissant 14 fois (on pourrait le remplacer par un microscope).

F, Prisme à réflexion totale, posé sur un diaphragme qui représente le plan focal de l'oculaire ou le zéro supérieur. Le prisme sert d'objet éclairé. Dans les appareils simples, le prisme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éclaire un trou rond de $0^m,0025$. Dans les appareils plus complets, il éclaire un trou et un quadrillé, que l'on présente successivement au milieu du champ.

E, Éclaireur à lumière ordinaire, ou à lumière monochromatique, comme ceux des lunettes auto-collimatrices (pp. 477 et 492); il projette sur la face verticale du prisme F l'image de sa flamme; il a une place fixe sur le bâti B et sur la rallonge R.

P, Pince pour fixer le tambour T et par suite le chariot C, quand on a mis au point et qu'on veut faire des mesures.

R, Rallonge que l'on fixe à volonté sur le bâti B; elle a une longueur de 500 millimètres exactement, elle peut porter en haut la pièce D de la figure 30 et en bas l'équerre G.

G, Équerre; porte deux lentilles plan-convexes, dont les foyers conjugués sont F et F'. On peut les enlever à volonté, nous verrons dans quel but.

F', Foyer conjugué des lentilles G; c'est le zéro inférieur de l'appareil muni de sa rallonge. Il correspond au nombre 560 de la règle divisée.

H, Règle divisée en millimètres.

I, Index palpeur que l'on appuie à la main sur le bord de H; il porte, à charnière, un bras muni d'une pointe que l'on descend sur la surface à mesurer; un trait indique alors un nombre qui représente la distance de cette surface, soit au zéro supérieur, soit au zéro inférieur, suivant le cas.

Usage du prisme à réflexion totale (*quadrillé*). — Ce prisme *q* est très important, sa face horizontale est argentée; on a tracé, à la machine à diviser, des traits fins, perpendiculaires entre eux; ils représentent un carré de 1 millimètre divisé en 5 parties; ce quadrillé forme un objet artificiel éclairé. Son image réfléchie ou réfractée par les pièces à examiner, lentilles ou surfaces, est donc formée de traits fins lumineux sur fond noir, c'est le meilleur procédé pour juger de la qualité des surfaces par l'apparence de leurs images.

Si l'image est bien nette, les traits fins et les carrés noirs, la pièce est très bonne.

Si les traits verticaux ne se mettent pas au point en même temps que les traits horizontaux, il y a *astigmatisme*.

L'image peut être nette, mais les carrés sont plus ou moins éclairés par la lumière diffuse : cela indique une aberration de sphéricité.

S'il y a plusieurs images et un manque de netteté, la pièce examinée est mauvaise.

Je ferai remarquer que les images sont bien visibles, même en plein jour; on n'a pas besoin d'entourer l'appareil d'un écran, il n'y a pas de lumière diffuse; il n'arrive dans l'œil que la lumière émanée du quadrillé, tout ce qui est en dehors est réfléchi symétriquement par les surfaces polies examinées.

Usage du tambour T. — Le tambour T (fig. 30) peut être divisé. On l'emploie alors à mesurer des différences de mise au point, c'est-à-dire des différences de foyers ou de rayons; cela est très utile dans beaucoup de cas, soit que l'on compare plusieurs pièces d'une même série et qui doivent être pareilles, soit que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'on examine différentes zones d'une même surface; les différences sont amplifiées, comme nombres, par le diamètre du tambour et la lecture est plus commode que sur la règle. On peut d'ailleurs voir, pour un nombre donné par la règle, quel est le nombre correspondant sur le tambour.

Usage de la rallonge R, *sans les lentilles* G. — La disposition (fig. 30) permet d'étudier des lentilles convergentes de 0 à 560 millimètres de foyer et des miroirs concaves de 0 à 560 millimètres de rayon. En ajoutant la rallonge, on reprend les mesures à partir de 500 et on va jusqu'à $1^{m},060$. Au delà, il faut une lentille auxiliaire plan-convexe de 1 mètre de foyer environ, le zéro est celui de la règle.

Rallonge avec les lentilles G. — Avec cette disposition, on étudie les lentilles *divergentes* de 0 à 560 millimètres de foyer et les surfaces convexes de 0 à 560 millimètres de rayon. Le zéro est alors en bas et correspond au chiffre 560 de la règle; le nombre indiqué par l'index doit donc être retranché de 560. Au delà de 560, il faut une lentille plan-concave de 500 millimètres de foyer environ.

Fonctionnement de l'appareil.

Lentilles convergentes. — Je commencerai par les lentilles convergentes. On se propose de mesurer soit leurs foyers, soit plutôt les différences de foyers du centre au bord, afin de juger surtout de leur qualité optique.

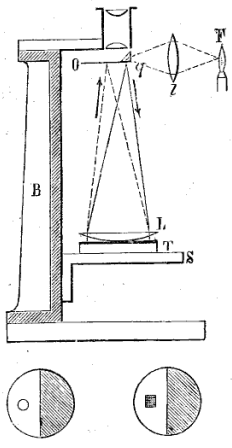


Fig. 32. — Marche de la lumière dans le cas de lentilles convergentes.

Soit une de ces lentilles; on emploie la disposition de la figure 30; pour la marche de la lumière, je me servirai du schéma (fig. 32).

La lentille L est posée sur la face réfléchissante d'un plan type T qui est placé sur le support S. La lentille *l* de l'éclaireur donne sur le prisme *q* une image de la flamme F d'un brûleur monochromatique; la lumière, d'abord horizontale, se réfléchit verticalement de haut en bas, éclaire le quadrillé qui forme l'objet éclairé, traverse la lentille L, sort en faisceau parallèle, se réfléchit sur T et revient former en O sur le diaphragme une image du quadrillé et de même grandeur que lui, si la lentille L est dans une position telle que son plan focal soit justement en *q;* on obtient cela en faisant mouvoir le chariot C (fig. 30) au moyen du tambour T; quand l'image est nette, on serre la pince P.

Si on descend la pointe de l'index I sur le plan T ou sur la lentille L, le nombre lu indiquera la distance de la surface touchée au plan focal O de l'oculaire, c'est-à-dire au zéro de l'appareil; dans le cas actuel, c'est le plan focal principal de la lentille examinée; on connaît la forme de cette lentille

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et on peut mesurer son épaisseur sur l'appareil lui-même, au moyen de l'index I.

L'appareil produit l'effet d'un pied à coulisse, il permet de mesurer des épaisseurs ou des longueurs.

La lumière traverse deux fois la lentille; elle double les défauts et les rend ainsi plus visibles.

La mise au point est très précise aussi pour la même raison.

C'est par l'étude de l'image du quadrillé (p. 499) qu'on détermine la qualité de la lentille.

On pourra étudier l'ensemble de la surface ou des zones circulaires déterminées, au moyen de diaphragmes, en papier, à trous de différents diamètres, et on interprétera les résultats : différences de foyers ou de mise au point et de netteté.

On peut faire un triage entre les verres d'une même espèce et se créer ainsi un type qui servira pour la comparaison. On se rendra compte de la main des différents ouvriers.

L'appareil se prête à un grand nombre de sujets d'études pour les élèves, en comparant les résultats théoriques calculés pour des combinaisons de lentilles et de miroirs et les mesures données par l'instrument.

Objectifs. — Quand on veut étudier si un objectif est bien achromatique, on emploie un éclaireur à lumière blanche; on place alors sur l'oculaire un verre rouge et bleu et le plan type est remplacé par une surface argentée, car il faut plus de lumière. On peut examiner un objectif en entier, puis le flint et le crown séparément et enfin chaque surface isolément.

On mesure des foyers de 0 à 560 millimètres; avec la rallonge (sans les lentilles G), on va jusqu'à $1^{m},060$. Au delà, on se sert d'une lentille auxiliaire plan-convexe, d'un foyer principal F de un mètre environ; on a pour le foyer cherché x.

$$x = \frac{F f}{F - f}$$

dans laquelle f est le nombre lu sur la règle et augmenté de 500 millimètres; c'est la position de la lentille à essayer, munie de la lentille auxiliaire, lorsque l'image est nette à l'oculaire. Il est entendu qu'il faut tenir compte de la forme des lentilles, de leurs épaisseurs, etc.

Miroirs ou surfaces concaves. — Soit un miroir concave à examiner; nous reprendrons la disposition fig. 30. Pour la marche de la lumière, nous nous servirons du schéma fig. 33. Le plan type et la lentille L précédents sont remplacés par le miroir à essayer M.

On fait mouvoir le support S, l'image est nette lorsque le centre de courbure est dans le plan O du quadrillé, le rayon de courbure est alors égal à la distance entre le creux de la surface concave et le plan focal O. Si on veut mesurer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le rayon, il suffira de descendre la pointe de l'index jusqu'au contact avec le miroir, le nombre lui donnera le rayon.

On étudiera les images données par le centre, les bords, comme précédemment. On peut employer l'un ou l'autre des éclaireurs.

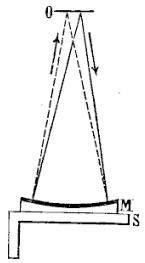


Fig. 33. — Marche de la lumière dans le cas de surfaces concaves.

On mesure jusqu'à 560 millimètres, puis avec la rallonge (sans les lentilles G) on va jusqu'à $1^{m},060$; au delà, on emploiera la lentille auxiliaire précédente, avec la même formule et les mêmes observations.

Lentilles divergentes. — Pour ces lentilles, on emploie la disposition fig. 31; il faut la rallonge et les lentilles G; pour la marche de la lumière, j'emploie le schéma fig. 34.

Les deux lentilles plan-convexes C ont pour but de donner en O′, en bas, une image réelle du quadrillé; c'est le zéro inférieur, il correspond au nombre 560 de la règle. Cette image réelle se réfléchirait sur un plan mis en O′ et donnerait une autre image en O, sur le quadrillé lui-même, on ne verrait rien à l'oculaire, mais si l'on interpose une lentille divergente L sur le plan T et que l'on remonte le support S, les faisceaux réfractés par L se réfléchiront obliquement sur le plan et se présenteront à leur retour dans le système C, avec une inclinaison symétrique; ils donneront alors une image visible à l'oculaire, comme dans les cas précédents. L'image est nette lorsque le plan focal de L coïncide avec le zéro inférieur; l'index indiquera la distance de la partie touchée, au zéro inférieur O′, c'est-à-dire le nombre représentant le foyer principal de la lentille.

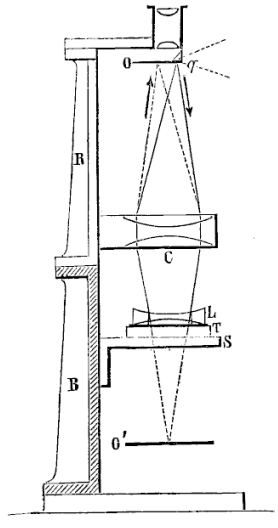


Fig. 34. — Marche de la lumière dans le cas de lentilles divergentes.

Les nombres lus devront être retranchés de 560.

On pourra étudier ces sortes de lentilles par zones de la même manière que pour les lentilles convergentes.

On mesure jusqu'à 560; au delà, il faudra employer une lentille plan-concave d'un foyer principal F de 500 millimètres environ, le foyer cherché x sera donné par la formule $x = \frac{F f}{F - f}$, f étant le nombre lu, retranché de 560.

Cette disposition permet donc de mesurer directement le foyer des lentilles divergentes et de juger de leur qualité; aucun appareil ne l'avait encore permis.

Application aux jumelles. — Entre autres conditions à remplir dans les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jumelles, il est évident qu'il faut avoir deux oculaires de même foyer et deux objectifs aussi de même foyer. Avec cet appareil, il est facile de faire ces mesures et de classer les verres deux à deux, soit pour le foyer, soit pour la qualité ; la jumelle étant mise au point pour un objet plus ou moins rapproché, on sait que les rayons qui sortent des oculaires sont divergents, on pourra donc poser la jumelle sur le plan type, de manière à voir successivement l'image donnée par chaque corps complet ; on jugera de la netteté et des différences de foyers, d'un corps à l'autre.

Surfaces convexes ; sphères. — On emploie la disposition précédente (fig. 34) dans laquelle on enlève le plan T (inutile ici) et on le remplace par la surface convexe M (fig. 35) qui est elle-même la surface réfléchissante.

Quand l'image est nette, le centre de courbure coïncide avec le zéro inférieur O' ; on mesure avec l'index, le nombre lu, retranché de 560, donne le rayon cherché.

On mesure directement de 0 à 560 millimètres de rayon ; au delà, on emploie la lentille auxiliaire plan-concave et la même formule que pour les lentilles convergentes.

On étudiera les différentes parties de la surface au moyen des diaphragmes et des écrans.

On mesure, de la même façon, des sphères de 0 à 75 millimètres de diamètre.

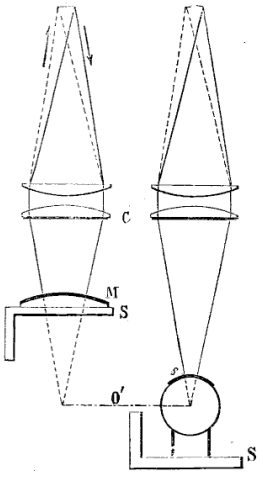


Fig. 35. — Marche de la lumière dans le cas d'une surface convexe.

Surfaces cylindriques.

Les expériences précédentes peuvent se répéter avec les surfaces cylindriques convexes ou concaves ; l'image ne donne plus alors qu'un système de droites parallèles lorsqu'on est au point, et encore, pour qu'il soit net, il faut qu'il soit parallèle à l'axe du cylindre.

Si on emploie d'abord le trou rond (au lieu du quadrillé), on a comme image une bande de lumière parallèle à l'axe du cylindre, quelle que soit la position de ce dernier : ce moyen est plus commode, on a de suite l'axe, et on peut tourner la pièce de façon à la rendre parallèle à l'un des systèmes de lignes du quadrillé (p. 500).

Cette orientation de l'axe serait très utile dans la vérification des lunettes ou pince-nez destinés à corriger l'astigmatisme ; il y a bien des instruments pour les prescrire, mais non pour les contrôler. J'ai beaucoup étonné le directeur et le contremaître d'une grande manufacture de lunettes et de pince-nez en leur montrant qu'un verre ordinaire de lunette se déforme suffisamment, par le seul fait de le fixer dans sa monture, pour que l'image réfléchie dans le focomètre devienne mauvaise, le verre travaillant dans son entier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Recherche de l'image au moyen d'un oculaire de champ.

La recherche de l'image est quelquefois longue et pénible, surtout pour les foyers un peu longs; en effet, si la pièce est placée en dehors de l'axe, la réflexion doublant l'erreur, l'image se fait en dehors du champ qui est très restreint, et l'on a beau faire manœuvrer le chariot, on ne voit rien.

Pour les surfaces cylindriques, la recherche est encore plus difficile, parce qu'il faut, en outre, que l'axe du cylindre soit orienté parallèlement à l'un des systèmes de traits.

J'indiquerai le moyen suivant qui permet de trouver de suite l'image, et dans tous les cas; il peut s'appliquer à d'autres instruments.

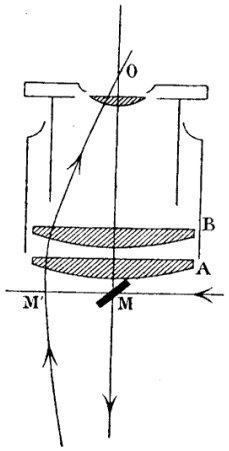


Fig. 36.
Oculaire de champ pour la recherche de l'image.

Oculaire de champ. (*Inédit.*) — J'ai combiné pour cela un oculaire de champ représenté en coupe fig. 36.

Il se compose de trois lentilles plan-convexes. O est une loupe ordinaire peu grossissante; A et B font l'effet d'une seule lentille, à court foyer et grand diamètre. M est un miroir fixé à 45° au centre de A, il est en verre platiné et a 5 millimètres de diamètre. La flamme de l'éclaireur étant projetée sur M, la lumière, après ses différentes réflexions, donnera dans le plan focal une image M'; la figure montre comment les deux lentilles A et B ramènent dans l'œil les rayons obliques qui se présentent dans le champ, même sur les bords; la lumière envoyée par le miroir est intense et l'image large et lumineuse, ce qui permet de l'apercevoir bien avant qu'elle ne soit nette; comme elle est alors plus grande de diamètre, elle sera encore vue si elle est très éloignée de l'axe, c'est-à-dire si la pièce est très excentrée sur le support; ainsi pour une excentricité qui peut dépasser 15 millimètres, on est certain que l'image se fera dans le champ et l'on sera sûr de la trouver en faisant mouvoir le chariot.

La recherche de l'image sera tout aussi facile pour les surfaces cylindriques, l'image sera une bande lumineuse parallèle à l'axe du cylindre et sera visible quelle que soit l'orientation de cet axe.

Quand on tient l'image, on peut centrer la pièce; alors on relève cet oculaire, pour lui substituer l'oculaire à quadrillé qui se trouve tout centré, par construction.

Recherche de l'image au moyen d'un trou rond.

Il y a des appareils qui ont un prisme à réflexion totale, mobile sur un petit chariot et pouvant prendre deux positions : dans l'une, on a le quadrillé; dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre, un trou rond de $0^m,0025$; ils sont centrés par construction. Ce trou est très commode pour trouver l'image. Dans ce cas, on excentre exprès la pièce à examiner, de manière à avoir son image tout à fait en dehors du champ, elle est d'ailleurs dans une position quelconque, en dessus ou en dessous du plan focal ; elle se fera en V, je suppose (fig. 31) ; au moyen d'un verre dépoli ou d'un papier à calquer tenu à la main, et que l'on déplace, on verra bientôt, à l'œil, où se fait l'image. On manœuvrera le chariot pour amener cette image dans le plan focal F, puis dans le champ de l'oculaire, etc.

Examen des lentilles divergentes à court foyer (inédit).

La vérification de ces lentilles à court foyer, 20 millimètres par exemple, au point de vue de la mesure du foyer et surtout de la qualité de la lentille, est très difficile, par suite du peu d'étendue de l'image ; il y a hésitation. Une épure montrerait pourquoi l'image est ainsi très réduite. Si on considère les axes secondaires, provenant des lentilles G (fig. 34), on verra qu'à leur sortie de la lentille à examiner, leur inclinaison sera très augmentée ; après leur réflexion sur le plan type, la réflexion est symétrique, ils retraverseront la lentille qui augmentera encore leur inclinaison, de sorte qu'au retour, ils se présenteront sur les bords des lentilles G et même en dehors, au lieu d'arriver au centre.

De plus, la partie de la surface qui participe à former l'image est centrale et petite, on n'a aucune indication sur la valeur des bords ; si on veut agrandir cette partie, il faut allonger le foyer artificiellement. On peut le faire en compensant la lentille divergente par une autre lentille convergente que l'on a contrôlée, ou bien en plaçant la lentille divergente dans une petite cuve ; on interpose alors un liquide convenable entre la lentille et le fond ; on peut, en plus, superposer la lentille auxiliaire convergente avec ou sans interposition de liquide. Ce moyen permet de bien voir l'image et de faire des contrôles. Comme on a surtout en vue la qualité des surfaces, il est nécessaire que l'indice du liquide soit très différent de celui du verre ; l'eau est ce qu'il y a de plus simple. Pour ces essais, il est préférable d'employer la disposition fig. 30 et d'avoir un second système de lentilles G, plus court de foyers, que l'on fixe sur la règle H, vers le milieu de sa longueur. Les diaphragmes en papier pour l'essai du centre et des bords peuvent se poser sur les lentilles G ; ils sont plus grands et plus commodes à faire.

En dehors de ces moyens, on n'a pas, dans la pratique, de moyens optiques directs pour mesurer le foyer de ces lentilles, ni pour juger de leur qualité.

Dispositif pour essais divers (inédit).

Il permet de faire des expériences très variées, telles que : combinaisons de lentilles entre elles et avec des miroirs ; vérification des surfaces planes par réflexion,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sous l'incidence normale et à 45°; vérification des glaces parallèles, argentées ou non, normalement ou à 45°; vérification des prismes à réflexion totale, etc.

Il s'applique sur le foco-aberromètre tel qu'il est représenté fig. 30 et se fixe sur le chariot C à la place du support S; il est représenté à part fig. 37.

Légende explicative. — B, Bâti du focomètre, comme figure 30, mais vu de droite.

C, Chariot; il porte l'équerre S et ses accessoires.

S, Support que l'on fixe sur le chariot au moyen d'un bouton; il supporte l'équerre E, la pièce A et l'équerre D.

E, Équerre fixée sur S, au moyen d'un bouton; elle peut se déplacer verticalement et sert à supporter des objectifs ou des lentilles; elle porte dans ce but des diaphragmes à trous de différents diamètres.

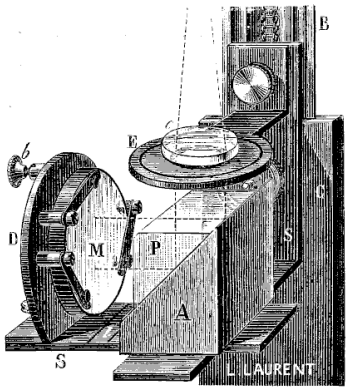


Fig. 37. — Dispositif pour essais divers.

O, Objectif achromatique, formant lunette avec l'oculaire de l'appareil.

A, Pièce en bois ou en métal, sur laquelle on pose les prismes et les glaces à essayer; cette pièce est seulement posée sur S.

P, Prisme (ou glace) à essayer.

D, Équerre en métal; porte le miroir M, se fixe sur S, au moyen d'un bouton. (Elle se monte aussi sur l'appareil à lunette horizontale p. 483.)

M, Plan type, argenture Foucault; il repose sur D au moyen de trois goupilles, et trois ressorts le retiennent en place; en écartant les trois ressorts, on peut sortir le plan et le placer dans une boîte sur un papier blanc pour conserver l'argenture.

b, Bouton formant l'une des trois goupilles; il sert à incliner le miroir, pour centrer l'image.

Cobinamisons de lentilles et de miroirs. — On met sur le diaphragme, en O, une lentille convergente, et un plan type à la place de A, sur une cale parallèle, et on essaie la lentille comme précédemment p. 500 (l'équerre D ne sert pas dans ce cas et peut être enlevée). On peut interposer sur le plan une deuxième lentille convexe ou concave; remplacer le plan par une surface réfléchissante concave ou convexe; varier les distances, etc. Si on a calculé les foyers résultant de ces combinaisons, on comparera ces nombres avec ceux donnés par l'appareil. On estimera aussi la qualité du système composé. Ce sera pour les élèves un sujet d'études utiles.

Surfaces planes vues normalement. — Nous avons vu (p. 473) comment on essaie les surfaces planes, en les comparant à un plan type connu. Ici nous emploierons un autre procédé; nous jugerons de la qualité de la surface par l'appré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ciation de l'image du quadrillé qu'elle donnera par réflexion, sous l'incidence normale et sous celle de 45°. Ces méthodes se complètent, on emploiera l'une ou l'autre suivant les cas et aussi suivant les appareils qu'on aura à sa disposition.

On met un objectif achromatique en O, et un plan à la place de A ; on centre l'objectif et on le fixe à la cire ; on forme ainsi très facilement une lunette d'un grossissement variable à volonté, soit par l'objectif, soit par l'oculaire que l'on peut changer, en se rapprochant ainsi des conditions données par un instrument à construire.

Si on remplace alors le plan par une autre surface plane appartenant à une pièce optique quelconque portée par un support convenable, on jugera, d'un coup d'œil, de la qualité de cette surface.

Au lieu d'objectif achromatique, on peut employer des lentilles plan-convexes ; dans ce cas, on éclaire à la lumière monochromatique.

Glaces parallèles vues normalement. — On peut examiner de cette manière une glace parallèle (non argentée) ; si les faces ne sont pas parallèles, on aura deux images ; en tournant la glace, on pourra tracer la direction où il n'y a pas de dédoublement, ce qui peut être utile.

Si la glace est argentée, on aura une image vive et on pourra apercevoir les autres images très faibles, dans le cas de non-parallélisme.

Une surface peut être très bonne et avoir une très légère courbure, qui pourra cependant raccourcir ou allonger le foyer de l'objectif O, surtout s'il est un peu long, 70 centimètres par exemple. On pourra mesurer ces différences de foyer au moyen du tambour T (fig. 30), et si on a plusieurs surfaces ou glaces, les classer pour les accoupler ensuite dans un but déterminé.

Prismes à réflexion totale essayés avec auto-collimation. — L'objectif étant toujours en O, on remplace les surfaces planes par le support A, sur lequel on pose le prisme à essayer P. L'équerre D qui porte le miroir M devient alors nécessaire ; on la fixe sur le support S au moyen d'un bouton. La lumière qui traverse l'objectif est réfléchie par le prisme P sur le miroir M et revient sur elle-même exactement comme précédemment. Dans ce cas il y a auto-collimation, la lumière traverse deux fois le prisme et double les défauts, on juge très bien de la qualité du prisme comme réflecteur ; on voit aussi s'il a un foyer. On peut enfin essayer chaque surface séparément.

Plans et glaces parallèles vus à 45°, avec auto-collimation. — On peut mettre des glaces parallèles, argentées ou non, sur le support A, ou même d'autres surfaces planes supportées en conséquence. On jugera alors de leurs qualités réfléchissantes, sous l'incidence de 45°.

Recherche de l'image. — On peut éviter des tâtonnements qui pourraient être assez longs, en observant les précautions suivantes. On vérifiera d'abord si les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pièces S et E sont bien parallèles aux lignes tracées. On mettra l'objectif O au point et on le centrera en mettant le type à la place de A et on le fixera avec de la cire. Les pièces A et D seront alors placées et fixées parallèlement aux lignes horizontales tracées *l*. La position de P sur A n'a pas d'influence. On regardera à l'oculaire ; l'image est dans le plan focal, mais on ne la verra peut-être pas : alors on tournera A horizontalement de manière à mettre l'image tout à fait en dehors du champ, on la cherchera au moyen du verre dépoli et il sera facile ensuite de la centrer en agissant sur le bouton *b* et en tournant A.

Si les images beaucoup plus faibles fournies par les réflexions sur les deux petites faces du prisme, gênaient, il suffirait de tourner un peu le prisme sur A.

Le foco-aberromètre est donc un appareil très général ; on peut contrôler les surfaces sphériques et cylindriques : objectifs, lentilles convergentes et divergentes, miroirs concaves et convexes, sphères. Il sert à mesurer la position exacte du plan focal d'une lentille et les rayons de courbure des surfaces ou des miroirs.

On peut voir si un objectif est bien achromatique et, dans le cas contraire, mesurer l'aberration de réfrangibilité.

On détermine l'orientation de l'axe des surfaces cylindriques.

On estime la qualité des surfaces, leurs aberrations.

On peut l'employer à essayer des plans, des glaces parallèles, des prismes à réflexion totale.

Il se prête à des expériences très variées à l'usage des élèves.

Par l'examen du travail, on peut estimer judicieusement la valeur de chaque ouvrier.

On peut modifier, en les améliorant, les procédés de travail et juger de leur efficacité, puisqu'on peut contrôler exactement ce qu'ils produisent. On peut pousser la précision très loin, quand c'est nécessaire.

On peut faire un triage dans une série de pièces pareilles, pour choisir les meilleures.

Quant à la flexion de la matière, je n'ai qu'à renvoyer à ce que j'ai déjà dit page 476.

En résumé, cet appareil est un focomètre de précision et convient à toutes les surfaces courbes. C'est aussi et surtout un aberromètre qui permet de voir d'un coup d'œil la qualité d'un système optique à foyer. C'est à la fois un instrument de contrôle et un outil précieux. Il a sa place dans les écoles, les laboratoires et dans les ateliers de construction d'optique et de mécanique de précision.

Contrôle des surfaces courbes au moyen des anneaux colorés.

Nous avons vu les nombreux services que peut rendre le foco-aberromètre, quand on examine des pièces finies ; au point de vue de l'exécution, il faudrait un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

procédé montrant l'état de la surface pendant le travail, afin de diriger l'ouvrier avec pleine connaissance de cause. Une lentille étant encore montée sur sa molette, il faut un moyen rapide qui indique si les bords sont rabattus et si le centre est creusé.

J'ai disposé l'appareil (fig. 38) qui peut rendre de bons services quand on a à faire un certain nombre de lentilles pareilles et qui doivent être soignées, celles du foco-aberromètre par exemple, des objectifs de précision, etc.

Légende explicative. — F, Flamme monochromatique éclairant l'écran E.

E, Écran en papier, éclairant les lentilles CTL.

E, Endroit où on met l'œil.

C, Lentilles convergentes de foyers divers; elles sont posées l'une sur l'autre sur le support S'. Il peut y en avoir une, deux ou trois.

S', Support des lentilles C, mobile sur le support S.

S, Support général, mobile sur la colonne de l'appareil.

T, Type de courbe, posé sur la surface convexe à examiner L.

L, Lentille munie de sa molette M.

M, Molette ordinaire; sert à tenir le verre pendant le travail.

O, Centre de courbure de la surface T.

D, Lentille divergente posée à la place des lentilles C.

O, Centre de courbure de la surface concave T.

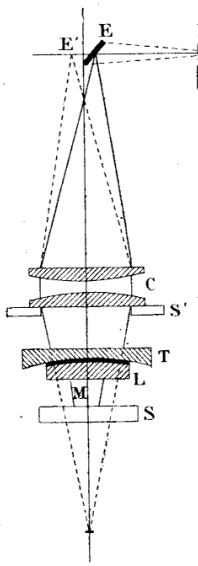


Fig. 38. — Essai d'une surface concave.

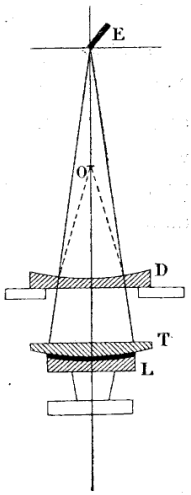


Fig. 39. — Essai d'une surface convexe.

Marche de la lumière. — La lumière, émanée de E, est divergente; elle éclaire les lentilles C qui la transforment en lumière convergente; la lumière pénètre dans le type T et se présente normalement sur les surfaces courbes T et L, en un faisceau convergent, dont le sommet est en O à leur centre de courbure. La lumière interfère en se réfléchissant sur T et L et revient sur ses pas pour se concentrer en E', où l'œil la reçoit.

On a la même apparence de franges et d'anneaux qu'avec l'appareil à plan, page 476; on n'a aucune sensation de convexité, il semble qu'on a affaire à des plans.

Il est facile de trouver quels sont les foyers que doivent avoir les lentilles C et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D, pour que les franges soient vues à la distance de la vue distincte ; il y a du reste une assez grande limite, on peut aussi pour cela fait varier la distance de S' à S et du support S à l'écran E. Ce sont des lentilles ordinaires du commerce, un petit nombre suffit pour tous les cas.

La figure 38 montre l'essai d'une surface convexe, la lentille étant encore montée sur la molette et sortant des mains de l'ouvrier.

La figure 39 montre l'essai d'une surface concave ; ici il faut une lentille divergente D ; on peut voir que si O vient en E, il ne faudra pas de lentille et que si O dépasse E, il faudra une lentille convergente.

Courbes types.

On prend de la glace épaisse du commerce dans laquelle on taille deux plateaux T de 3 centimètres plus grands que le diamètre des lentilles L ; on travaille une face convexe à l'un et une face concave à l'autre, puis on polit peu la courbe demandée ; et on les contrôle l'un par l'autre, les bords seront arrondis, mais ils ne servent pas. Ce procédé permet de se rendre bien compte de l'allure de la surface pendant l'exécution et après. On complète à la fin la vérification, au moyen du foco-aberromètre.

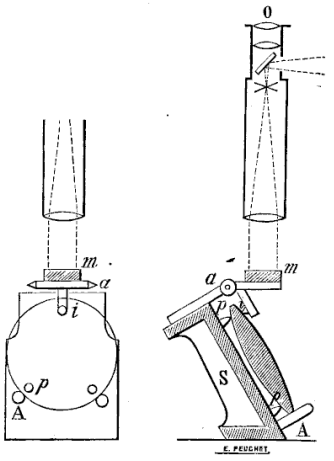


Fig. 40. — Comparateur optique.

Centrage des surfaces. — Une des surfaces de la lentille est polie et reconnue bonne, l'autre est préparée ; il s'agit de voir si elle est bien centrée et si on peut la polir. Cette condition sera remplie si les bords sont rigoureusement de même épaisseur, le verre étant d'ailleurs débordé rond. Pour la vérifier, j'ai imaginé la disposition fig. 40.

Un support incliné S porte trois pointes ; l'une est fixe et les deux autres sont mobiles, suivant le diamètre des verres ; le verre est posé sur ces pointes et s'appuie sur deux arrêts inférieurs A qui lui donnent une position bien déterminée, à la partie supérieure, une équerre, mobile autour de l'axe a, porte deux bras : l'un s'appuie sur le verre par une pointe en ivoire i, l'autre porte un miroir m. Si l'on fait tourner le verre sur lui-même et s'il n'est pas d'égale épaisseur, l'équerre oscillera.

Ce petit support est placé sous la lunette auto-collimatrice verticale page 477 ; l'image du petit trou indique les mouvements très amplifiés du miroir m et par suite le côté le plus épais de la lentille ; c'est un comparateur optique, dont le petit levier seul est matériel, le grand est égal au foyer de l'objectif de la lunette ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'amplification est doublée par la réflexion et multipliée par le grossissement de l'oculaire, de 800 fois environ, ce qui est plus que suffisant.

Objectifs de précision. — Pour les détails complets sur leur exécution, voir *Journal de Physique*, 2e série, t. V, p. 268.

Ce dispositif est surtout un outil pour suivre la marche du travail ; on ne peut employer les courbes types que pour des surfaces très exactement de même rayon. Il complète la série des appareils et méthodes pour le contrôle des surfaces courbes.

ARTS ÉCONOMIQUES

EXPÉRIENCES SUR LE FRAI DES MONNAIES, PAR M. MAURICE PELIGOT

L'usage et les frottements de toutes sortes font subir aux monnaies une perte de poids et des altérations qu'on a désignées sous le nom de *frai*.

Il peut être intéressant de réunir les quelques expériences faites depuis un siècle pour rechercher les alliages les plus convenables assurant la plus longue durée possible aux espèces en circulation.

Les expériences les plus anciennes datent de la grande réforme monétaire qui nous a donné le système actuel. L'Académie des sciences, consultée en 1790 sur les meilleures mesures à prendre pour le titre, le poids et les divisions des monnaies qu'il s'agissait d'émettre, nomma une commission composée de Borda, Lagrange, Lavoisier, Tillet et Condorcet.

Parmi les questions soumises au jugement de l'Académie, se trouvait celle-ci : S'il y avait avantage à employer des métaux purs, ne faudrait-il pas craindre l'usure trop rapide des pièces ?

La commission fit des expériences et trouva que les monnaies d'argent pur perdent moins que les monnaies en alliage, lorsque le frottement a lieu entre pièces semblables, mais elles perdent plus lorsqu'il a lieu entre des pièces d'argent pur et des pièces en alliage. A la fin de ce rapport, la commission préconise le système décimal dont l'adoption a été certainement un des plus grands bienfaits du siècle dernier.

En 1798, d'autres expériences furent faites en Angleterre par Hachett et Cavendish ; elles n'eurent pour objet que l'or et ses alliages les plus divers, elles donnèrent les mêmes résultats que la commission de l'Académie avait trouvés pour l'argent quelques années avant.

Si nous nous reportons en 1846, les monnaies de bronze françaises se com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

posaient de tous les sous émis dans le siècle précédent. Il y en avait de différents alliages et étaient tous de poids non décimaux.

Une commission (1), nommée en vue d'une refonte, trouva un alliage suffisamment doux en mettant au creuset des pièces à refondre prises dans certaines proportions et en y ajoutant un peu de zinc.

Il restait à comparer cet alliage aux autres au point de vue du frai; on mit les différentes pièces dans un tonneau monté sur un axe et divisé en quatre compartiments.

Après vingt heures de rotation à raison de 50 tours par minute, on repesa les pièces.

Nature des pièces.	Cuivre.	Étain.	Zinc.	Perte.
Sous royaux.	100	0	0	0,660
Pièces proposées.	90	5	5	0,980
Bronze.	95	5	0	1,000
Sous tête de Liberté. . .	96	4 (Etain, plomb, zinc, etc.)		1,035

Les pièces proposées contenaient autant d'étain que celles de bronze et se sont un peu mieux comportées.

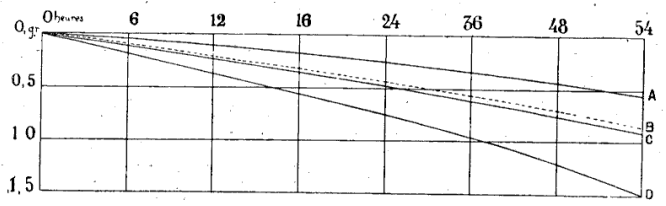


Fig. 1. — Expérience sur l'usure des pièces.

Les résultats trouvés pour les alliages d'or, d'argent et de cuivre montrent qu'on doit préférer pour les monnaies un métal doux et éviter de faire circuler ensemble des pièces de ductilités trop différentes.

En 1888, M. Ruau, directeur général des monnaies et médailles, entreprit des expériences qui avaient pour but de vérifier si l'usure des pièces est proportionnelle à leur poids ou à leur surface.

Des pièces faites avec notre bronze monétaire (cuivre 95, étain 4, zinc 1) étaient posées sur une table de 2 mètres de long dont une des extrémités s'abaissait neuf fois par minute, de sorte que les pièces entraînées par leur propre poids parcouraient 36 mètres par minute.

En comparant des pièces de même poids et de surface différente et d'autres de même surface, mais de poids différents, on est arrivé à démontrer (ainsi que

(1) Composée de MM. Bréant, Barre, Durand, Pelouze et Peligot.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le faisait prévoir les lois de Coulomb sur le frottement) que l'usure est proportionnelle au poids et non à la surface.

Voici le relevé d'une de ces expériences (fig. 1) :

La ligne A représente la perte de poids d'une pièce de			10 gr.	et de	0m,25 de diamètre.
— B	—	—	20 —		0m,25 —
— C	—	—	20 —		0m,30 —
— D	—	—	40 —		0m,30 —

Les lignes B et C se confondent et montrent que l'usure de deux pièces de même poids est la même, bien que la surface soit assez différente (4cc,908 et 7cc,068). C et D de même diamètre n'ont pas donné la même perte de poids.

En dehors de ces expériences théoriques, celle que fait journellement le temps sur les pièces en circulation mérite de fixer l'attention.

Nos plus anciennes pièces de 5 francs d'argent datent de la fin du siècle dernier, et celles de 20 francs du commencement de celui-ci; elles n'ont pas cessé de circuler en même temps que celles qu'on n'a cessé d'émettre depuis chaque année. La comparaison de la perte du poids moyen de ces pièces, suivant le millésime, devait donc donner de précieuses indications, si on opérait sur un nombre suffisant de pièces.

En 1876, les délégués des diverses puissances formant l'Union latine demandèrent que la France fît une enquête sur l'état de la circulation. Ils venaient de s'engager à refondre leurs propres pièces dès qu'elles auraient atteint par le frai un demi pour 100 de leur poids au-dessous de la tolérance inférieure de poids.

Le poids droit de la pièce de 20 francs étant de 6gr,451, la tolérance de 0,002 donne 6gr,4387, la tolérance de circulation consentie par l'Union latine donnerait comme dernière limite 6gr,406,5 au-dessous de laquelle les pièces devaient être considérées comme légères et refondues.

En 1878, la Banque de France fit porter à la Monnaie de Paris 101 000 pièces de 20 francs versées le même jour dans ses divers établissements.

On les classa d'abord par pays d'origine et on trouva que sur 101 000 il y en avait 89 581 émises par la France, 2930 par l'Italie, 6547 par la Belgique, et 1 992 par l'Autriche, la Roumanie et la Grèce.

Un autre triage les rangea par millésime, on les pesa ensuite à la balance automatique et on trouva en les groupant par période de 20 ans :

Périodes.	Nombre de pièces.	Pièces en dehors de la tolérance de circulation.	Proportion de pièces légères pour 100.
De 1802 à 1822.	3393	1400	31
De 1823 à 1841.	1588	538	3
De 1842 à 1861.	50583	5981	09?
De 1862 à 1880.	34067	251	002

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'y a rien d'étonnant à ce que les pièces émises de 1802 à 1822 soient usées puisque les moins anciennes circulent depuis 69 ans; elles ont été du reste retirées en partie de la circulation et refondues.

Pour la période de 1823 à 1841, la proportion de 3 p. 100 est due en grande partie à des pièces fabriquées en 1828, 1832 et 1835. Il y a lieu de supposer que les pièces émises ces années-là ont été fabriquées trop près de la tolérance inférieure de poids.

Pour les autres périodes, pendant lesquelles la plupart de nos monnaies d'or ont été faites, on ne peut que se louer de leur conservation.

Les mêmes opérations faites sur les pièces de 10 et de 5 francs en or ont donné de moins bons résultats. On a constaté sur ces pièces des pertes égales à celles de 20 francs, mais comme leur poids en est la moitié ou le quart, il en résulte que la perte est deux et quatre fois plus grande; on doit attribuer cette anomalie à l'activité plus grande de circulation de ces pièces qu'on thésaurise généralement moins volontiers.

Pour l'argent, la question présente moins d'intérêt depuis qu'il a perdu de son importance comme métal monétaire. On a trouvé cependant que presque toutes les pièces de 5 francs, émises avant 1810, étaient légères et que toutes les autres étaient bonnes.

Bien que les pièces divisionnaires au titre de 835 millièmes aient toutes été faites depuis 1866, il y en a de très usées, ce qui tient à leur circulation d'autant plus active, qu'elles représentent une coupure plus petite.

Voici, du reste, l'usure annuelle des diverses sortes de pièces :

	p. 100
Pièces de 20 francs or.	0,29
— 10 —	0,71
— 5 —	1,21
— 5 francs argent.	0,63
— 2 —	1,12
— 1 —	1,88
— 0,50 —	3,16

Pour les pièces de 50 centimes, il y en a un dixième en dehors des limites de circulation, mais la dépense qu'entraînerait leur refonte serait une si lourde charge pour les États qui les ont émises, que l'hésitation est permise.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

EXPÉRIENCES DE M. LAVINGTON FLETCHER SUR LES EXPLOSIONS DE CHAUDIÈRE PAR MANQUE D'EAU (1)

On a longtemps attribué un certain nombre d'explosions de chaudières survenus à la suite du manque d'eau non seulement à leur cause véritable, la diminution de la résistance des tôles, mais surtout à une production abondante et instantanée de vapeur qui, disait-on, ne manquait pas de se manifester chaque fois que l'on ajoutait à l'imprudence du manque d'eau celle d'alimenter ensuite sur des tôles surchauffées.

On ne démontrait pas la réalité de ce phénomène inexplicable par la considération seule de la faible chaleur spécifique du fer, 0,10 environ, mais on y croyait, en invoquant d'une façon plus ou moins confuse l'expérience acquise ou la possibilité de la formation d'un état sphéroïdal bien difficile pourtant à réaliser au milieu de l'ébullition d'une chaudière toujours en état de vibration. Lorsqu'on plonge un morceau de fer rouge dans trois ou quatre fois son volume d'eau, il ne se produit ni l'état sphéroïdal, ni ce dégagement de vapeur : il semble qu'une expérience aussi simple aurait dû mettre en garde contre l'exactitude de la théorie des vaporisations instantanées.

De plus, des expériences exécutées aux États-Unis par Stevens en 1863 (2) et par Thurston en 1873 (3) ont démontré que l'alimentation sur des tôles rougies ne pouvait pas provoquer une surpression notable. On ne réussit ainsi qu'une seule fois, dans les expériences de 1873, à provoquer une explosion sans aucune gravité, extrêmement faible, et l'avis unanime de la Commission fut que l'alimentation sur tôles rougies ne pouvait pas d'elle seule provoquer une explosion dangereuse. Il va bien entendu sans dire que ces coups de feu, s'ils ne produisent pas toujours directement des explosions, que l'on alimente ou non sur la tôle rougie, dégradent toujours la chaudière et affaiblissent les tôles de la façon la plus dangereuse pour l'avenir de l'appareil.

La question posée par M. Fletcher n'est donc pas celle du danger incontestable de ces coups de feu, mais de savoir s'il vaut mieux, étant donnée l'existence d'un de ces coups de feu, alimenter de suite, sans crainte de provoquer ainsi une explosion, ou jeter immédiatement les feux sans alimenter.

A la suite d'expériences très intéressantes, M. Fletcher n'hésite pas à se pro-

(1) « Red hot Furnace Crown Experiments » (Expériences sur des foyers portés au rouge) (*Engineering*, 30 janvier, 13 février, 6 et 13 mars, 17 avril 1891).

(2) Couche, *Voie et matériel roulant*, vol. III, p. 174.

(3) *Scientific American*, supp., 19 février 1887, p. 9272.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

noncer pour l'alimentation à force, qui provoque toujours tout d'abord une chute de pression, et contre la pratique de jeter le feu, extrêmement dangereuse pour le chauffeur obligé de se tenir devant la chaudière pendant cette opération.

Nous avons pensé qu'il serait utile de résumer ici le remarquable travail de M. Fletcher, en raison de son vif intérêt, de l'autorité de son auteur et de l'importance de la question qu'il traite.

M. Fletcher débute par combattre l'opinion générale qui attribue à un manque d'eau la plupart des explosions de chaudières. Au contraire, il ne faut guère attribuer à cette cause que le sixième environ des explosions, et les explosions qui lui sont dues sont en général peu dangereuses, du moins avec les chaudières à foyer intérieur. Elles sont, en effet, plutôt des déchirures de la chaudière que des explosions proprement dites, détruisant tout ce qui entoure la chaudière et en projetant au loin les débris; il faut presque se trouver devant le foyer pour être sérieusement atteint, de sorte que ces accidents ne sont véritablement très dangereux, avec les chaudières à foyers intérieurs, que dans des cas particuliers, comme celui de chaudières marines, par exemple, dont la chambre de chauffe ne peut pas être évacuée à temps. On est, en tout cas, d'après M. Fletcher, absolument dans l'erreur en attribuant certaines explosions violentes à une production subite et presque irrésistible de vapeur par l'alimentation d'une chaudière dont le foyer aurait été porté au rouge au moment même de cette alimentation. La thèse de M. Fletcher est que la production de vapeur ainsi déterminée n'est jamais assez abondante ni assez instantanée pour provoquer une explosion par elle seule.

La chaudière choisie pour élucider expérimentalement cette question était une chaudière du Lancashire, de $2^m,130$ de diamètre sur $8^m,46$ de long, à foyers de 910 millimètres de diamètre, en tôles de fer de 11 millimètres, à simples rivures, unis, sans aucune armature. La tôle du corps cylindrique avait 11 millimètres d'épaisseur; les fonds, en tôles de 14 millimètres, étaient armés de goussets. Chacune des grilles avait $1^m,80$ de long sur $0^m,90$ de large, soit, pour chaque foyer, une surface de grille de $1^{m^2},62$. La chaudière était montée comme d'habitude sur deux murettes longitudinales : la flamme revenait en avant sous la chaudière, dont elle léchait ensuite les côtés avant de gagner la cheminée.

L'alimentation s'opérait par deux clapets de 63 millimètres de diamètre situés en avant l'un à droite, l'autre à gauche de la chaudière, et à 150 millimètres au-dessus des foyers. L'eau était distribuée de chacune de ces prises dans la chaudière par un tube longitudinal écarté de 130 millimètres de la paroi correspondante du corps cylindrique, et en deux parties de 2 mètres de long, dont la première, celle de côté de la grille, était bouchée, et l'autre percée de 38 trous.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est la disposition habituelle, presque réglementaire, pour l'alimentation de ce genre de chaudière, dont l'eau n'arrive ainsi qu'au delà des ponts des foyers. On modifia pour les expériences ces tuyaux d'alimentation, de manière à pouvoir alimenter directement au droit des foyers et au-dessus des grilles, sur une longueur de $1^m,15$ à partir des ponts.

La chaudière portait deux niveaux d'eau de 460 millimètres de long : le bas du tube de droite était à 50 millimètres au-dessous du ciel des foyers, et le haut de celui de gauche à 50 millimètres au-dessus, de manière que l'ensemble de ces deux niveaux pouvait indiquer des changements de niveau de 800 millimètres, dont 400 millimètres au-dessus du ciel des foyers, et 400 millimètres au-dessous. A ces niveaux, il faut ajouter un manomètre taré à 10 atmosphères, avec avertisseur électrique, un purgeur de 63 millimètres de diamètre, et deux soupapes de sûreté, l'une, à charge directe extérieure, de 76 millimètres de diamètre, et l'autre, du type ordinaire à levier, de 100 millimètres de diamètre.

On avait en outre pourvu la chaudière de six indicateurs ou jauges de déformation des foyers, constitués par des tiges verticales attachées aux générateurs supérieurs des foyers : trois pour chaque foyer, respectivement à $1^m,20$, $2^m,05$ et $3^m,66$ de l'avant. Ces tiges, que l'on remplaça ensuite par des fil de fer, traversaient des stuffing-box ajustés sur la chaudière, puis se rattachaient à des cordes passant sur des poulies de renvoi et tendues par des contrepoids se déplaçant devant des échelles sur lesquelles on pouvait ainsi lire à chaque instant la déformation des foyers.

Enfin deux thermomètres, à l'avant, donnaient la température de l'eau.

La cheminée, à section carrée de $1^m,14$ de côté, et de 22 mètres de haut, était reliée à la chaudière par un carneau de $1^m,20 \times 600$ millimètres, et pourvue, à $1^m,37$ du sol, d'un tube en **U**, indiquant le tirage en hauteur d'eau.

Les expérimentateurs se tenaient dans un appentis soigneusement barricadé, à une dizaine de mètres de la chaudière, en communication avec elle par deux niveaux et un manomètre auxiliaire, et pourvu d'un tableau sur lequel s'enregistraient les mouvements des indicateurs des foyers. On pouvait, en outre, de cet observatoire, diriger l'alimentation de la chaudière et la vider.

L'alimentation se faisait par une pompe à piston de 130 millimètres de diamètre sur 305 de course, suffisante pour alimenter trois à quatre de ces chaudières. La pompe marchait toujours, retournant l'eau qui n'allait pas à la chaudière au réservoir de jauge, dont l'abaissement du niveau permettait de mesurer immédiatement le volume d'eau jeté sur les foyers.

La première expérience préliminaire consista à observer les déformations des foyers en marche normale sous une pression de $3^k,50$ effectifs, avec un tirage de 11 millimètres d'eau à la cheminée, où les gaz entraient à 210°. Au milieu de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur longueur, les foyers se bombaient d'environ 13 millimètres, parce que les fonds de la chaudière, rigidement armés, opposaient à leur dilatation une trop grande résistance. De là, une fatigue des fonds et des foyers, principalement à leurs attaches, que l'on éviterait en écartant les goussets des foyers de manière à laisser aux fonds une certaine élasticité tout autour de l'emmanchement des foyers.

On passa ensuite aux expériences de surchauffe.

La première de ces expériences eut lieu à la pression atmosphérique, à soupapes ouvertes, jusqu'à ce que les foyers eussent été chauffés pendant quatorze minutes, en plein feu, et découverts d'eau sur une hauteur de 400 millimètres. En ce moment, on ferma les deux soupapes et on alimenta à force verticalement sur les foyers, au débit de 2 litres et demi par seconde. Le résultat fut qu'en trois quarts de minute la pression de la chaudière s'éleva de $0^k,40$ à $1^k,90$, puis s'abaissa graduellement. En treize minutes et demie, l'alimentation et le feu marchant toujours, la pression était retombée à $0^k,40$: au bout de vingt minutes, l'eau avait dépassé le niveau des foyers et la pression tombait à $0^k,30$. La chaudière avait été tellement surchauffée qu'il s'était déclaré dans le haut du corps cylindrique, au-dessus du foyer de gauche, deux soufflures, l'une de $0^m,50 \times 230$ millimètres de large et l'autre de 250×150 millimètres. Malgré cela, il ne s'était produit aucun dégagement excessif de vapeur, les foyers ne s'étaient pas criqués, mais leurs rivures au-dessus des grilles étaient très fatiguées. La plus grande déformation s'était produite à $2^m,30$ environ de l'avant, à la troisième rivure, où le foyer de droite s'était aplati en un ovale de 945 millimètres sur 860 millimètres de haut. La pression ne dépassa jamais 2 kilogrammes.

La seconde expérience consista à surchauffer le foyer découvert sous une pression de $2^k,8$, jusqu'à ce que les indicateurs dénotèrent un brusque affaissement de l'un des foyers. C'est, en effet, par un écrasement local ou par la formation d'une poche que se manifeste ordinairement l'origine d'une surchauffe vers le rouge. Ce fait se produisit après dix minutes de chauffage à nu, mais le foyer se déchira avant que l'on pût y jeter l'eau froide. L'explosion se manifesta sous la forme d'un violent jet d'eau et de vapeur, qui ne fit aucun dégât sérieux à la chaudière, à l'autre foyer, ni même à la porte du foyer déchiré. Cette expérience démontre néanmoins que les foyers intérieurs sans armatures ni ondulations peuvent, en cas de manque d'eau, se déchirer à la première déformation très vite et sans avertir.

Les expériences suivantes furent conduites différemment, en ce sens qu'au lieu de vider brusquement la chaudière, on laissait les foyers se découvrir par la vaporisation seule, comme cela arrive pour la majorité des coups d'eau. Une fois l'eau arrêtée au niveau des foyers, ou la vaporisant à force, pendant cinq, dix, quinze minutes, puis on alimentait brusquement. Ces expériences donnèrent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toutes des résultats conformes à la thèse de M. Fletcher. Je me contenterai de décrire la dernière : n° 5ª; la plus décisive. Après avoir amené l'eau au niveau des foyers sous une pression effective de 2 kilogr., on chauffa à force pendant un quart d'heure, jusqu'à ce que l'eau eût découvert les foyers de 70 millimètres sur une largeur de 480 millimètres, puis on alimenta par le tuyau latéral ordinaire, c'est-à-dire au delà de la grille, au taux de 2 litres et demi par seconde avec de l'eau à 8°. La pression, loin de monter, baissa aussitôt, sans aucune avarie, aucun signe de fatigue aux foyers.

On répéta ces expériences de toutes les manières, avec l'alimentation dirigée au droit du foyer chauffé au rouge, jusqu'à la fusion complète des plombs, et toujours avec les mêmes résultats généraux : presque pas de dégâts aux foyers, aucune production excessive de vapeur, et diminution rapide de la pression.

Pour pousser les choses à l'extrême, on remplaça les plombs fusibles des expériences précédentes par des zincs, après s'être assuré, par un essai sur une tôle chauffée à nu au-dessus d'un feu de coke, que ces zincs exigeaient pour fondre que la tôle fût portée au rouge cerise. Comme c'était à ces zincs que l'on attachait les fils de fer des tableaux d'observation, leur fusion était signalée par la chute des poids tendeurs correspondants, et c'est à ce moment que l'on alimentait à force, *au-dessus* du foyer porté au rouge. On ajoutait, d'ailleurs, à ces zincs un plomb en étain, qui fondait avant eux, et prévenait les observateurs; et l'on avait, en outre, disposé *transversalement*, sur les milieux des sept premières viroles de chacun des foyers, une lame de plomb de $1^m,20$ de long sur 40 millimètres de large et 1 millimètre et demi d'épaisseur, dont la fusion indiquait l'étendue et l'intensité de la surchauffe. Après vingt et une minutes de chauffe en dénudation progressive par vaporisation, les plombs des deux foyers étaient fondus; après vingt-trois minutes, le zinc du foyer de droite, dénudé sur une largeur de $0^m,530$, céda; on alimenta aussitôt à force, mais sans autre résultat, comme toujours, qu'une baisse de pression immédiate, sans aucune surproduction de vapeur. Les rivures surchauffées fuyaient abondamment. La surchauffe au rouge vif était nettement indiquée par la teinte rouge du ciel des foyers; et la fusion des lames de plomb démontrait sans aucun doute que la surchauffe s'était étendue aux quatre premières viroles des foyers.

En résumé, l'injection d'eau sur des foyers portés au rouge, avec les soupapes soufflant sous une pression de 2 atmosphères, après une vingtaine de minutes d'interruption de l'alimentation au ras du foyer ne put jamais amener d'autre résultat qu'une chute de pression presque immédiate, sans aucune injure grave au foyer.

L'injection d'eau avec une seule soupape ouverte, dans les circonstances de la première expérience, fit bien monter la pression, en une minute et quart, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$0^{kg},40$, à $0^{kg},80$. Cette pression augmenta, d'autre part, de $0^{kg},40$ à 2^{kg} en trois quarts de minute, avec les deux soupapes fermées; de sorte qu'il pourrait y avoir, dans le cas extrême d'une chaudière tout à fait fermée — moteur arrêté et soupapes calées — quelque danger à alimenter *sur* des foyers au rouge, et non pas, comme d'habitude, latéralement et au delà des grilles. Il aurait fallu, pour vérifier cette conclusion, prolonger les expériences dans des conditions dangereuses auxquelles ne se prêtait pas l'emplacement dont disposait M. Fletcher.

Voici d'ailleurs textuellement les conclusions de M. Fletcher :

Ces expériences démontrent, dans les limites de leur étendue, que, pour la majorité des cas, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est d'alimenter à force au delà du pont des foyers. Cette alimentation refroidit la chaudière, rétablit le niveau, raffermit les tôles des foyers, et sauvegarde le chauffeur pendant qu'il jette les feux.

Ces expériences démentent absolument l'opinion générale : qu'une aspersion d'eau froide sur des foyers au rouge provoque la production instantanée d'un immense volume de vapeur détruisant tout, malgré l'ouverture des soupapes, comme une explosion de poudre.

M. Fletcher recommande aussi l'emploi d'un troisième tube de niveau indiquant la hauteur de la dénudation du foyer, et signale, comme des plus dangereuses, la pratique qui consiste, en cas de manque d'eau, à se contenter de jeter le feu, sans connaître l'étendue ni l'intensité de la surchauffe. Le chauffeur, qui se place ainsi devant un foyer peut-être prêt à s'écraser ou à se déchirer, s'expose inutilement à un grand danger : le mieux est de fermer le registre et d'alimenter le plus vite possible.

M. Fletcher termine son rapport par le compte rendu d'expériences intéressantes exécutées sur des chaudières du *Lancashire* et de *Galloway*, avec ou sans tubes de circulation, pour déterminer les différences de températures qui s'établissent entre le plan de vaporisation et le fond de l'eau lors de la mise en train de ces chaudières.

La mesure des températures s'effectuait par celle de l'eau sortant de deux tubes de 20 millimètres de diamètre et de $0^{m},90$ de long, pourvus de robinets, et plongés horizontalement dans la chaudière l'un à 75 millimètres au-dessus du ciel des foyers, l'autre à 200 millimètres du fond. On ne pouvait ainsi mesurer directement que des températures inférieures à 100°. Quand la température du haut dépassait 100°, on l'évaluait par la pression de la vapeur d'après les tables de Regnault; lorsque la température du bas dépassait 100°, on terminait l'expérience. Dans les chaudières essayées, la flamme passait tantôt du foyer aux côtés, puis au bas de la chaudière, tantôt au bas, puis sur les côtés.

Les résultats *moyens* de ces expériences sont consignés dans le tableau ci-dessous. Ces différences de températures étaient atteintes, suivant la nature

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'alimentation et l'activité du feu, après une demi-heure ou une heure et demie de chauffe, et, pour les chiffres de la seconde colonne, après une heure et demie à trois heures de chauffe.

Nature de l'alimentation.	Différences moyennes des températures au plan de vaporisation et au bas de l'eau:	
	Pour une température de 100° au plan de vaporisation.	En pression normale de marche.
Froide	75°	120°
Tiède	64°	116°
Chaude	28°	82°

Les résultats de la deuxième colonne, à peu près les mêmes pour tous les types de chaudière essayés, avec ou sans tubes de circulation d'eau — peu efficaces, d'après M. Fletcher, pour la mise en train — donnent, pour les différences des températures au haut et au bas de la chaudière, des valeurs considérables, suffisantes pour déterminer dans des chaudières de 8 à 9 mètres de long des différences de dilatations de plus d'un centimètre.

Il y a donc un grand intérêt à réduire le plus possible ces différences de températures, qui fatiguent beaucoup les chaudières. Les moyens mécaniques proposés afin de provoquer dans l'eau des chaudières une circulation suffisante pour en uniformiser la température n'ont pas réussi, sauf celui que l'on emploie avec succès dans un grand nombre de chaudières marines, et qui consiste à alimenter la chaudière froide par un injecteur recevant sa vapeur d'une chaudière en pleine marche. Le principal remède consiste, en effet, à mettre en train avec de l'eau aussi chaude que possible. Si l'on ne peut pas se procurer cette eau d'un réchauffeur, par exemple, il faudrait laisser, dans le cas d'une batterie, la nouvelle chaudière se tiédir pendant un jour par la chaleur des chaudières adjacentes. Il faut en outre, dans tous les cas, ne jamais forcer les feux à la mise en train, sous peine de fatiguer la chaudière au point d'en faire fuir les rivures; il faut, au contraire, allumer très doucement et atteindre lentement la pression de régime.

M. Fletcher recommande, en outre, de purger de temps en temps la chaudière de quelques centimètres d'eau, pendant la mise en train, de manière à la débarrasser de l'eau très froide du bas, remplacée par l'eau plus chaude du haut.

G. R.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

L'électricité en Allemagne. — MM. Schucker et C^ie^ à Nuremberg et la Société générale d'électricité de Berlin ont préparé un projet très intéressant, dont le but est d'utiliser la force de l'eau pour produire la lumière électrique et d'autres effets du même ordre.

Ce projet comprend le barrage d'un cours d'eau qui sort des montagnes du Harz, l'établissement de turbines et l'organisation d'une station centrale d'électricité qui fournirait l'énergie aux villes voisines, y compris Halberstadt et Quedlinburg. La puissance de la chute a été évaluée à 20 000 chevaux et la dépense des travaux estimée à 2 000 000 de marks. MM. Hartmann de Chemnitz et Escher Mayr et C^ie^, de Zurich, se sont chargés de fournir et d'installer les turbines.

A Berlin, on se propose d'étendre les installations de lumière électrique ; les magistrats de la ville s'occupent des concessions à faire pour la pose des nouveaux câbles.

La pose du câble souterrain entre Berlin et Munich a été terminée le 22 août dernier. La longueur totale de ce câble est de 700 kilomètres. Ces deux villes sont actuellement reliées par sept nouvelles lignes : trois sont réservées au service direct de Berlin à Munich, les quatre autres peuvent être utilisées par les localités intermédiaires.

Dans la galerie centrale de l'exposition d'électricité de Francfort on voit un grand écusson de 18 mètres de large qui porte d'un côté cette inscription : *Usine Oerlikon. — Transport de la force — de Lauffen à Francfort, 175 kilomètres ;* et de l'autre côté : *Société générale d'Électricité.* Cet écusson est illuminé, la nuit, par 1000 lampes à incandescence dont le courant provient des installations de Lauffen. Derrière lui se trouve une chute d'eau de 10 mètres dont la puissance est encore une transformation de l'énergie créée à Lauffen.

La maison Siemens et Halske, de Berlin, a fait à l'exposition de Francfort des expériences curieuses sur un courant de 20 000 volts. Ces expériences avaient en quelque sorte pour but de préparer l'établissement du transport de la force de Lauffen sur le Neckar à Francfort-sur-le-Mein. Un courant alternatif de 2 000 volts était fourni par les machines. Il se changeait dans un transformateur en un courant de 20 000 volts, puis était conduit par un câble à l'exposition de Francfort ; là deux transformateurs successifs donnaient un courant de 150 volts que l'on utilisait suivant les besoins. Le câble était formé de deux câbles composants tordus l'un sur l'autre et réunis dans une même enveloppe ; chacun d'eux était formé d'une âme consistant en six fils de cuivre de 2 millimètres de diamètre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

enroulés autour d'une corde en chanvre ; cette âme était entourée de deux enveloppes isolatrices, l'une intérieure épaisse de 4 millimètres, l'autre extérieure épaisse de 5 millimètres.

Dans l'usine, ce câble avait été essayé avec un courant d'une force électromotrice supérieure à 20 000 volts. Il avait 550 mètres de long et était posé sous terre sans autre protection.

Le transformateur, qui servait à élever la tension de 2 000 à 20 000 volts, ne comportait pas d'huile ; ses isolateurs étaient secs comme ceux des transformateurs des courants à basses tensions, mais les masses isolatrices avaient naturellement des dimensions beaucoup plus considérables.

Les expériences faites au moyen de ces installations furent très intéressantes. Elles portèrent d'abord sur l'éclairage ; l'arc obtenu avait 140 millimètres de longueur environ, tandis que celui des lampes ordinaires ne mesure que quelques millimètres ; ses dimensions et sa forme variaient d'ailleurs avec la nature des électrodes. On étudia ensuite l'effet des décharges électriques.

(*Iron, Dingler.*)

Le Congrès international des accidents du travail à Berne. — Le Congrès international des accidents du travail, qui a siégé pour la première fois à Paris en 1889, tiendra sa deuxième session à Berne du 21 au 26 septembre 1891.

A la demande du Comité permanent du Congrès, le Conseil fédéral suisse a bien voulu mettre à sa disposition les locaux nécessaires dans le Palais fédéral et a déclaré qu'il se ferait un plaisir de rendre aussi agréable que possible à ses hôtes leur séjour en Suisse.

Le programme des discussions est très varié et comprend tous les sujets se rattachant à la grave question des accidents du travail, en ce qui concerne soit la prévention, soit la réparation. Un certain nombre de rapporteurs d'une haute compétence ont été chargés de la préparation des travaux. Parmi les rapports présentés, nous citerons plus particulièrement ceux de :

MM. Périssé et H. Mamy, président et directeur de l'Association des Industriels de France contre les accidents, *le Rôle de l'initiative privée dans l'organisation de la prévention des accidents ;*

M. Cheysson, *État présent de la question des accidents en France ;*

M. Gruner, *le Rôle et les travaux du comité permanent depuis le Congrès de* 1889.

L'*Association des industriels de France contre les accidents du travail* a délégué, pour la représenter à ce Congrès, son président, M. S. Périssé, et son directeur, M. Henri Mamy.

(*Génie Civil.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 10 juillet 1891.

Présidence de *M. Tisserand*, vice-président.

M. Haton de la Goupillière, président de la Société, adresse son mémoire *Sur la durée de l'évaporation dans les générateurs non alimentés*. (Bibliothèque.)

M. Julien Rolin, secrétaire général du syndicat des ouvriers inventeurs, boulevard de la Gare, 116. — Appareil breveté de chauffage et de ventilation. (Arts économiques.)

M. Alfred Bazin, à Lillers (Pas-de-Calais). — Mémoire sur les ascenseurs à grande hauteur et sur les ballons dirigeables. (Arts mécaniques.)

M. Roth. — Perforateur de petite et grande dimension. (Arts mécaniques.)

M. Chuteaux, chimiste-électricien, rue de l'Ancienne-Comédie, 4. — Batterie médicale électro-magnétique. (Arts économiques.)

M. Louis d'Henry, boulevard de Port-Royal, 6. — Nouveaux symboles mathématiques appliqués aux lois des courants électriques, etc. (Arts économiques.)

M. Paul Jacquemart, inspecteur général de l'enseignement technique, adresse un exemplaire du rapport qu'il a rédigé à la suite de l'Exposition universelle sur l'enseignement technique. (Bibliothèque.)

M. J. Courau, rue de Berne, 17. — Les chemins de fer de l'Algérie et de la Tunisie, leur état actuel, leur histoire et leur avenir. (Commerce.)

M. Desbois, instituteur à Jugy, par Sennecey-le-Grand (Saône-et-Loire). — Ouvrages divers sur l'agriculture. (Agriculture.)

M. Dillenseger, inspecteur des forêts, à La Mure (Isère). — La forêt destructive et préservatrice du phylloxera. (Agriculture.)

M. Viti-Vernay, viticulteur à Francheville (Rhône). — Régénération de la vigne par semis. (Agriculture.)

M. Jules Balny, ex-instituteur, au Vauroux (Oise). — Études complètes de la maladie des pommes de terre. (Agriculture.)

M. Eugène Mouline, à Vals-les-Bains. — Pains rationnels et leurs dérivés. (Arts chimiques.)

M. Zune, rédacteur en chef du *Moniteur praticien,* à Arcachon. — Traité général d'analyse des beurres. (Agriculture.)

Les ouvrages suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Mémoire sur le rendement direct et absolu de la machine à vapeur, par *M. D.-A. Casalonga.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

École nationale des ponts et chaussées. — Atlas des ports étrangers. Sixième livraison.

Ministère de l'agriculture et de l'industrie, à Rome. — Annali di Statistica. Fascicules XXVI à XXXI.

Chambre de commerce de Marseille. — Compte-rendu des travaux pendant l'année 1890.

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

M. Sauvage, ingénieur des mines, professeur à l'École des mines, présenté par *MM. Haton* et *G. Richard;*

M. Léopold Le Royer de Longraire, ingénieur civil, présenté par *M. Brull;*

M. Rateau, ingénieur des mines, professeur à l'École des mines de Saint-Étienne, présenté par *M. Haton de la Goupillière.*

Déclaration de vacance. — M. Mascart demande au Conseil, au nom du Comité des arts économiques, de déclarer une vacance dans ce Comité, par suite du décès de *M. Ed. Becquerel.*

Cette vacance est déclarée par le Conseil.

RAPPORT. — *Appareil de sondage. — M. le colonel Pierre* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur un sondeur ou appareil de sondage portatif à fil d'acier, présenté par *M. E. Belloc*, rue de Rennes, 105.

Le Comité des arts mécaniques pense que cet appareil peut se prêter utilement à la plupart des expériences scientifiques auxquelles l'étude des phénomènes naturels peut donner lieu, et, dans un ordre d'idées plus pratiques, qu'il suffira pour les sondages à l'embouchure des fleuves, le relèvement des sinuosités d'un chenal encombré par des sables, la reconnaissance d'une passe, ou d'un mouillage à fond mobile.

En conséquence, le Comité des arts mécaniques est d'avis qu'il y a lieu de remercier *M. E. Belloc* de sa communication, et de faire insérer dans le *Bulletin* de la Société le présent rapport accompagné des dessins et de la légende nécessaires pour faire comprendre la construction, le mécanisme et l'emploi des appareils.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Avertisseur électrique d'insuffisance de tirage.* — L'avertisseur électrique de *MM. Richard-Paraire* permet de reconnaître dans un courant gazeux de très faibles variations de pression correspondant à quelques centièmes de millimètre d'eau.

Cet appareil, d'une grande simplicité et d'un fonctionnement certain, est susceptible de plusieurs applications industrielles, et le présent modèle a été construit en vue d'être adapté aux poêles mobiles et permet de constater les refoulements qui peuvent accidentellement s'y produire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'avertisseur se compose essentiellement d'une boîte métallique mise en communication, au moyen d'un tube, avec l'appareil de chauffage. Un clapet en métal léger, mobile autour d'un axe horizontal, est placé en regard du tube; mais il est équilibré de telle façon qu'au régime, ou lorsque la dépression est inférieure à la limite que l'on s'est fixée, il en demeure écarté. Dans cette position, le clapet ferme un circuit électrique dans lequel se trouve placé un organe avertisseur.

Lorsqu'une dépression se produit, le clapet attiré contre le tube vient en fermer l'orifice ; ce mouvement ouvre le circuit et interrompt le courant électrique.

Il existe en outre deux organes indicateurs : une sonnerie et un voyant qu'on peut alternativement, et suivant les besoins, intercaler dans le circuit au moyen d'un commutateur.

Dans certains cas, en effet, la sonnerie ne suffit pas. Ainsi, lorsqu'on n'est pas à même d'entendre les appels qu'elle pourrait donner, il serait à craindre que les piles ne s'usent inutilement. Le voyant au contraire, par la chute définitive d'une plaquette qui coupe le circuit au premier arrêt de tirage, indiquera jusqu'à intervention de la personne chargée de surveiller le poêle que celui-ci a été à un certain moment dans de mauvaises conditions de fonctionnement.

Enfin il peut être quelquefois utile d'adjoindre à l'appareil un mécanisme capable de retarder d'un certain temps le passage du courant dans l'organe indicateur. En effet, si la ventilation n'est pas largement assurée dans l'appartement où est installé le poêle, en raison même de l'extrême sensibilité de l'avertisseur, l'ouverture ou la fermeture des portes ou fenêtres peut amener de courts arrêts de tirage qui cependant ne présentent aucun danger.

Pour éviter ce fait, on intercale dans le circuit convenablement divisé un électro-aimant actionnant un barreau de fer doux qui met lui-même en mouvement un moulinet d'horlogerie dont le total des révolutions ne dépasse pas la durée minima que l'on s'est fixée. Arrivé à fond de course, ce barreau ferme le circuit de la sonnerie ou du voyant; un ressort ramène ensuite l'appareil dans sa position primitive.

On peut à volonté modifier la sensibilité de l'avertisseur en faisant varier la position de l'ensemble par rapport à la verticale.

M. le Président remercie *MM. Richard et Paraire* de leur intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Appareils hydrauliques. — M. Samain, constructeur à Paris, 12, rue Saint-Amand, présente :

1° Un modèle d'ascenseur hydraulique à piston plongeur ;

2° Un modèle d'ascenseur hydraulique sans puits dit télescopique ;

3° Un moteur hydraulique à consommation variable et proportionnelle au travail ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° Une pompe rotative à palettes;

5° Un pressoir à losange.

1° *Ascenseur à piston plongeur.* — Cet appareil diffère des ascenseurs en usage par son nouveau mode d'équilibrage inférieur. Il se compose d'un piston plongeur et d'un cylindre, lui servant de corps de pompe. La cage est fixée sur la tête du piston plongeur, et le cylindre est placé dans un puits. Il est indispensable d'équilibrer le poids de la cage, du piston, et de compenser les variations de poids dues à l'émergence et à l'immersion du piston dans son cylindre, sous peine d'une dépense d'eau exagérée et d'un fonctionnement anormal. M. Samain remplace avantageusement, pour ces équilibrages, les chaînes et contrepoids employés jusqu'ici, lesquels présentaient des inconvénients tant pour la sécurité que pour les installations.

Il emploie à cet effet un appareil appelé compensateur, dont le principe n'est autre que celui de Pascal pour la transmission des pressions. Il se compose d'un cylindre vertical dont le piston peut engendrer un volume d'eau égal à celui du piston plongeur de l'ascenseur. La tige du piston est réunie à des contrepoids par un système de bielles, et les contrepoids dans leur mouvement sont soumis à une loi de vitesse telle que le travail total produit dans une course soit égal, aux résistances passives près, au travail développé par l'ascenseur pendant son déplacement correspondant. C'est en raison du poids des contrepoids, de la forme de leurs guides du mouvement que l'équilibre des poids morts et variables se fait simultanément et d'une façon régulière, quelle que soit la position de l'ascenseur. L'ensemble constitue ainsi une véritable balance hydraulique d'une grande sensibilité et d'un fonctionnement très doux, en réduisant la consommation de l'eau au minimum pratiquement nécessaire avec un rendement mécanique supérieur.

2° *Ascenseur télescopique.* — L'établissement du puits exigé par le système précédent est un écueil au développement des ascenseurs hydrauliques. Il impose généralement une dépense élevée et son exécution est souvent difficile.

Tout en supprimant le puits dans ses ascenseurs, M. Samain a tenu à conserver le principe de la poussée inférieure de la cage. A cet effet, le piston plongeur est formé de plusieurs éléments creux, de diamètres légèrement différents, pouvant s'emboîter les uns dans les autres à la façon d'une longue-vue.

Le cylindre corps de pompe est ramené à la longueur de l'un des éléments.

Le système d'équilibrage reste le même. M. Samain expose en outre les moyens qu'il emploie dans la pratique pour assurer l'entraînement sans chocs des éléments formant la tige les uns par les autres, à la montée comme à la descente.

3° *Moteur hydraulique.* — Moteur à rayon de manivelle automatiquement variable, ne consommant qu'une quantité d'eau proportionnelle au travail produit.

Ce moteur se compose d'un système de cylindres rayonnants en nombre quel-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conque, trois ou quatre par exemple, formant un bâti robuste sur lequel viennent se fixer les chaises et supports de l'arbre de couche. Chaque cylindre contient un piston à simple effet relié par une bielle à un bouton de manivelle unique entraînant l'arbre de couche. Un tiroir de distribution, parfaitement équilibré, est animé d'un mouvement circulaire pendant lequel il distribue l'eau motrice aux cylindres, aux périodes voulues du mouvement.

Le principe de ce moteur consiste à faire varier la course des pistons, et par conséquent le volume qu'ils engendrent, proportionnellement à la résistance utile à vaincre, et cela automatiquement.

Ce résultat est obtenu par le mode de liaison du bouton de manivelle avec l'arbre de couche; et il a été mis en évidence de la manière la plus nette dans des essais au frein exécutés avec beaucoup de soin par le service des Ponts et Chaussées sur un moteur Samain, de ce système, installé dans les docks de Bordeaux pour la manœuvre d'un cabestan de halage des navires. Dans diverses expériences pour une même valeur du moment résistant, la dépense d'eau motrice se retrouvait exactement la même; ce qui veut dire que le bouton de manivelle venait toujours occuper le même point avec une fixité remarquable.

4° *Pompe rotative.* — La pompe rotative de M. Samain se compose d'un cylindre, portant les tubulures d'aspiration et de refoulement, dans lequel se meut un tambour à quatre palettes, dont l'arbre traverse le fond du cylindre par un presse-étoupe.

Le cylindre n'est pas circulaire, sa section transversale représente deux arcs de cercle de rayons différents, d'un centre commun, raccordés par deux courbes qui leur sont tangentes. Le centre de rotation du tambour est le même que le centre commun des deux arcs de cercle.

Les palettes sont mobiles, opposées deux à deux, et constamment en contact l'une avec l'autre. Des quatre palettes en mouvement il n'y en a jamais qu'une qui produise le travail d'aspiration et de refoulement pendant que les autres sont inactives, et, tour à tour pendant la rotation, chaque palette vient effectuer son travail.

Malgré la difficulté apparente d'exécution, le cylindre de forme irrégulière est obtenu très facilement en pratique par l'emploi d'un outil spécial qui permet son alésage, d'un seul coup à la forme voulue.

Le rendement de cette pompe doit être très grand, puisque les frottements sont réduits au minimum, la résistance des palettes étant à peu près nulle parce que leur déplacement s'opère en dehors de la période de travail. Il n'y a en outre ni étranglements, ni changements de direction, ni compression du liquide.

5° *Pressoir à losange.* — M. Samain présente également un modèle de pressoir dit losange ou à genoux articulés. Le mécanisme de ce système d'une grande puissance est monté sur une vis verticale, laquelle est munie de deux écrous mo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

biles pouvant se manœuvrer facilement à la main. Ces écrous servent de calages à chaque fin de course, c'est-à-dire à chaque redressement du losange, et permettent ainsi de faire des reprises, en donnant autant de force qu'on le veut, sans pertes de temps, ni de la pression déjà obtenue. Pour éviter les ruptures qui pourraient se produire par suite de la grande puissance de l'appareil, il est muni d'un dynamomètre très simple, et qui indique à chaque instant le degré de pression obtenu et montre par suite la dépression qui se produit dans la matière pressée à mesure que le liquide s'en échappe.

La manœuvre de ce pressoir se fait à l'aide de deux croisillons qui font tourner deux vis horizontales à filets à droite et à gauche, et qui redressent les genouillères munies de deux écrous.

M. le Président remercie *M. Samain* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Pont portatif. — M. Th. de Brochocki fait une communication sur le pont portatif et démontable de son invention.

L'utilité des ponts portatifs à longue travée, démontables au besoin, pouvant être rapidement assemblés et posés sans l'aide d'ouvriers spéciaux, est un fait aujourd'hui absolument acquis et se passe de toute démonstration.

Le génie militaire d'une part et les colonies, ainsi que les pays privés de ressources industrielles suffisantes d'autre part, en ont fait déjà une large application. Nous les avons vus aussi appliqués dans des cas urgents sur quelques lignes de chemin de fer; et dans l'exécution de travaux publics, en attendant la construction ou la réparation d'un pont définitif, ils ont rendu déjà de précieux services.

L'origine de leur création n'est pas ancienne; elle remonte aux premières années qui ont suivi la guerre de 1870 où leur grande utilité d'emploi fut fréquemment démontrée. Les premiers et je puis même dire tous les ponts démontables et portatifs ont été imaginés et construits en France. Plusieurs systèmes portant chacun le nom de leurs auteurs respectifs, constituent déjà un cadre assez respectable de ce nouveau genre de construction.

Tous les systèmes de ponts portatifs imaginés jusqu'à présent dérivent (au point de vue des formes de leurs grandes poutres) des ponts fixes, mais l'assemblage des parties constitutives de chacun d'eux est combiné de façon qu'on puisse, tout en assurant la résistance voulue de l'ouvrage, opérer le montage et le démontage du pont avec une rapidité et une facilité impraticables pour les ponts fixes.

Dans les uns de ces systèmes, les grandes poutres sont composées de tronçons métalliques à âme pleine, et dans les autres de panneaux à croisillons simples ou doubles panneaux rectangulaires ou triangulaires suivant le système du pont, et enfin, dans les autres encore, les poutres à treillis sont constituées par des barres rectilignes seulement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mode d'assemblage varie suivant le système, mais tous, sauf celui qui fait l'objet de cette communication, s'assemblent avec l'aide de boulons qui, dans ces circonstances, remplacent les rivets du pont fixe.

Comme matière, c'est l'acier qui est généralement employé pour la construction du pont démontable.

Votre Société a déjà reçu la communication de quelques-uns des dits systèmes de ponts à juste titre appréciés par elle.

Celui que je présente aujourd'hui appartient au système de pont à barres rectilignes et interchangeables constituant la poutre à treillis simple ou double, mais dont l'assemblage s'opère sans l'aide d'aucun boulon.

Représenté pour la première fois à l'exposition universelle de 1878, à Paris, ce pont, modifié et perfectionné depuis, fut l'objet de nombreuses études et expériences officielles ainsi que d'applications dans différents pays.

Par sa structure générale, le pont démontable de mon système affecte la forme d'un tube à section rectangulaire dont les grandes poutres sont constituées avec des barres rectilignes et interchangeables tant par leurs extrémités que par leurs côtés symétriques formant un treillis, soit à triangles équilatéraux ou isocèles, soit avec des mailles rectangulaires coupées par une diagonale.

L'assemblage de toutes ces pièces des grandes poutres s'opère à articulation sur des puissants pivots en acier forgé portés par les entretoises où l'arrêt et le serrage s'effectuent au moyen de simples clavettes.

Partant de ce principe que l'emploi des boulons dans l'assemblage des pièces constitutives d'un pont démontable ne présente pas assez de sécurité dans la résistance de l'ouvrage, à cause du desserrage de quelques boulons qui pourra se produire soit accidentellement, par suite de la trépidation du pont pendant la marche, soit intentionnellement, par suite de la malveillance des indigènes dans les colonies ou celle de l'ennemi pendant la guerre, qu'à cause de la difficulté en temps de guerre d'opérer bien et rapidement avec les boulons dont les filets peuvent être rouillés, recouverts de boue ou même usés par le frottement durant le transport, j'ai cherché à combiner les assemblages de pièces constitutives de façon à me passer de l'emploi des boulons.

Ceci m'a amené à donner au pont la forme tubulaire qui, mieux que tout autre, grâce au fonctionnement solidaire des pièces formant son périmètre, se prêtait à la solution de problème.

Le choix de la forme tubulaire du pont permettant l'établissement de la voie à l'intérieur du tube présentait encore l'avantage de poutres très hautes, ce qui rendait possible l'allongement des travées et une diminution du poids de l'ouvrage.

Pour que cependant l'assemblage des pièces sur les pivots sans aide d'écrous d'arrêt puisse avoir lieu dans les conditions requises de stabilité de l'ouvrage, il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faut que ces pivots ne forment, avec l'entretoise supérieure, qu'un seul solide dont ils constituent le prolongement longitudinal suivant l'axe du centre de gravité de la pièce.

Les barres des cordes et du treillis des grandes poutres s'assemblent sur les pivots des entretoises par les douilles qu'elles portent à leurs deux extrémités; elles composent ainsi sur chaque pivot un nœud d'articulation que l'on arrête au moyen d'une clavette qui traverse ledit pivot et opère le serrage des douilles.

Les barres composant les grandes poutres ou les côtés latéraux de la charpente tubulaire sont tous identiques et symétriques par rapport à leurs deux extrémités et leurs deux côtés latéraux, de manière que leur emplacement dans la constitution de la poutre ne peut jamais occasionner la moindre difficulté, d'où résultent la plus grande rapidité et facilité du montage du pont.

Les pièces transversales ou les entretoises constituant les côtés horizontaux de la charpente sont contreventées entre elles par des tiges à crochet formant les quatre bras d'une croix de Saint-André articulés au centre sur un appareil de serrage.

Cette charpente est encore contreventée obliquement par des contre-fiches reliant, à une certaine distance du sommet de l'angle, les barres montantes du treillis avec les entretoises.

Ainsi composée, la charpente du pont est indéformable et peut recevoir la voie soit entre les poutres, soit par-dessus celles-ci.

A cet effet, on pose les longerons sur les entretoises porteuses et on les recouvre d'un platelage convenable.

Comme trait caractéristique de ce système de pont, il y a à remarquer les deux dispositifs particuliers qui le rendent éminemment pratique dans les applications militaires.

1° Extension facultative de la travée pour la même surcharge à supporter jusqu'à 60 p. 100 de sa longueur primitive en doublant seulement sur les axes communs quelques barres de corde du milieu des poutres.

2° Constitution de l'avant-bec de lancement de moitié plus léger que le pont par les pièces identiques du pont.

Ce dernier dispositif s'obtient facilement avec le matériel du pont à triangles isocèles où la barre de treillis du pont plus longue que celle de la corde devient, dans l'avant-bec, la corde et la barre de corde du pont, la barre du treillis de l'avant-bec.

Les ponts de ce système construits pour le génie militaire de Versailles, pour le service de l'Exposition maritime du Havre et celle de Paris en 1889, pour le génie militaire russe et le service des voies et communications du même pays, ont donné d'excellents résultats.

Leur montage avec l'aide d'hommes inexpérimentés s'opère en une heure de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps pour des travées de 30 mètres et la flèche momentanée qu'ils donnent sur le maximum de la surcharge d'épreuve n'est, pour la même longueur, que de 20 millimètres seulement.

M. le Président remercie *M. de Brochocki* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des constructions et beaux-arts.

Séance du 24 juillet 1891.

Présidence de *M. Tisserand*, vice-président.

M^me^ veuve Desbordes, rue de Saintonge. — Fabrication de jeux. (Bureau.)

M. Hénocq, rue Houdart, 21. — Production instantanée de feu, avec ou sans fumée, pour les besoins d'une armée en campagne, et de gaz pour les ballons. (Arts chimiques.)

M. Cazaubon, mécanicien, rue du Terrage, 25. — Spécimen de distribution de vapeur à détente variable. (Arts mécaniques.)

M. Cipriani, receveur des postes et télégraphes, rue de Bagnolet, 55. — Étude sur les moyens de combattre les effets nuisibles de la fumée. (Arts mécaniques.)

M. Gibon, membre du Conseil, adresse une brochure intitulée : *la Paix des ateliers*. (*Bulletin.*)

M. Arthur Noël, inspecteur des forêts, fait hommage de la brochure qu'il vient de publier sous le titre : *la Forêt.* (Bibliothèque.)

M. le Ministre de l'intérieur adresse la *Situation financière des départements en* 1889, présentée par *M. Bouffet*, conseiller d'État. (Bibliothèque.)

Nomination d'un membre à vie. — *M. Sauvage*, membre de la Société, demande à être reçu membre à vie.

Cette demande est accordée.

Nomination de membres du Conseil. — *Comité des arts mécaniques.* — Candidats présentés :

1° *M. Imbs*, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers;

2° *M. Sauvage*, ingénieur des mines, professeur à l'École des Mines.

M. Imbs ayant obtenu la majorité des voix, est nommé membre du Comité des arts mécaniques.

Comité des arts économiques. — Candidats présentés :

1° *M. Henri Rouart*, ingénieur-constructeur;

2° *M. Chaper*, ingénieur des mines.

M. H. Rouart ayant obtenu la majorité des voix, est nommé membre du Comité des arts économiques.

Correspondant étranger. — *Sir Francis Millais*, baronnet, membre de l'Académie de peinture de Londres, est nommé correspondant de la Société dans le Comité des constructions et des beaux-arts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DES COMITÉS. — *Machine à gazer les fils.* — *M. Édouard Simon* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur la machine à gazer les fils, de *MM. R. Villain fils et Cie*, constructeurs à Lille.

Déjà, l'année dernière, la *Société industrielle du nord de la France* a reconnu la valeur des perfectionnements réalisés par MM. Villain fils et Cie, en leur décernant une médaille d'or; des témoignages émanant des filateurs les plus compétents sont venus s'ajouter à cette distinction honorifique et autorisent doublement le Comité à proposer : 1° de remercier MM. Villain fils et Cie pour leur importante communication; 2° de contribuer par l'insertion au *Bulletin* du présent rapport, avec figures et légende explicative, à répandre l'usage d'une machine également favorable à l'hygiène du personnel et au rendement économique d'une opération manufacturière des plus délicates.

Ces conclusions sont adoptées.

Appareils frigorifiques. — *M. Jungfleisch* fait, au nom du Comité des arts chimiques, un rapport sur les appareils frigorifiques installés à la Morgue de Paris par *MM. Mignon et Rouart.*

Tous les résultats demandés par l'administration préfectorale ont été réalisés dans cette installation; quelques-uns d'entre eux, cependant, pouvaient à l'origine, dans l'état alors fort peu avancé de nos connaissances, ne pas paraître fort assurés. M. le doyen Brouardel, médecin-inspecteur de la Morgue, a constaté en diverses occasions le fonctionnement tout à fait satisfaisant d'une organisation aujourd'hui éprouvée par une expérience prolongée; la conservation du corps a été réalisée de manière à répondre à la fois aux exigences du service des reconnaissances des décédés et à celles du service de médecine légale; en même temps, l'établissement a été assaini et débarrassé, même en été, des inconvénients qui le rendaient insalubre.

Dans ces conditions, le Comité propose d'adresser à MM. Mignon et Rouart des félicitations pour le succès si intéressant qu'ils ont obtenu. Il propose, en outre, d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, en l'accompagnant de planches propres à faire connaître les dispositions adoptées dans l'installation des appareils frigorifiques de la Morgue.

Ces conclusions sont adoptées.

Calculateur. — *M. le général Sebert* fait, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur un appareil calculateur, présenté par *M. Didelin*, rue Bréa, 21.

Cet appareil est destiné à remplacer les barèmes ou comptes faits pour les industriels et commerçants qui ont fréquemment à faire des calculs ou à vérifier rapidement des comptes. Il peut être établi à un prix peu élevé; les séries de comptes formées de cinq cylindres et de deux réglettes sur lesquels les tableaux numériques sont simplement imprimés et protégés par un émaillage qui leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donne une grande résistance à l'usure, représentent également un prix modéré.

La boîte qui renferme le calculateur est d'un faible volume, elle peut être aisément placée sur un bureau à portée de la main; le maniement de l'appareil est simple et facile, et dans ces conditions, on peut penser que ce calculateur est appelé à rendre de sérieux services aux industriels, aux commerçants et aux comptables en vue desquels ont été établis les comptes que M. Didelin a calculés.

Le Comité des arts économiques propose de remercier M. Didelin de la communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec les dessins nécessaires pour faire comprendre le mode de construction de l'appareil.

Ces conclusions sont adoptées.

Régulateur de touches de piano. — *M. Rousselle* fait, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur un régulateur de la résistance des touches de piano, inventé par *M. Barrouin*, facteur de pianos, rue de Sèvres, 91.

On sait que les maîtres qui enseignent les premiers éléments du piano font travailler de préférence leurs élèves sur des instruments offrant une certaine résistance au toucher, afin d'habituer les commençants à développer un effort musculaire qui plus tard rend leur jeu solide et brillant. D'autre part, il est peu agréable aux personnes qui ont surmonté les premières difficultés de se servir d'un instrument dur sous le doigt et d'être ainsi astreintes à une fatigue inutile. Il serait donc désirable que les pianos pussent à volonté être doux ou résistants et que l'effort à faire par le pianiste pût être, dans certaines limites, réglé à sa volonté.

C'est le problème que s'est posé M. Barrouin et qu'il a ingénieusement résolu au moyen d'un appareil que décrit le rapporteur.

Cette invention a paru au Comité des arts économiques présenter assez d'intérêt et assez d'avantages pour être signalée à l'attention de la Société et à celle du public. Le Comité a l'honneur de proposer au Conseil de remercier M. Barrouin de sa communication et de le féliciter de ses laborieuses recherches, lesquelles sont d'autant plus méritantes que leur auteur est privé de la vue. Le Comité estime aussi qu'il y a lieu d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Communication. — *Pont tubulaire.* — *M. de Brochocki* complète la communication qu'il a faite dans la dernière séance sur son système de pont démontable et portatif.

Cette seconde communication se rapporte particulièrement à l'application de son système de pont aux chemins de fer.

L'application des ponts portatifs et démontables à longue travée est particulièrement intéressante dans l'établissement de certaines lignes de chemin de fer; cet intérêt se manifeste en plusieurs circonstances :

Soit qu'un pont démontable soit établi sur une ligne stratégique reliant, en temps de paix, le pays à une puissance voisine, il est alors utilisé comme pont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fixe jusqu'au jour d'une déclaration de guerre qui entraîne la suppression de cette communication entre les deux nations ; le pont est alors immédiatement démonté avec autant de facilité et de rapidité qu'au premier jour ; puis, il est emmagasiné jusqu'au moment où les événements permettent ou commandent son rétablissement ;

Soit qu'une mobilisation importante des corps de troupe nécessite la création prompte et rapide d'un embranchement nouveau permettant de desservir directement un lieu de concentration imprévu et imposé par les circonstances ;

Soit que la destruction ou la réparation d'un ouvrage d'art existant ou l'encombrement d'une voie par suite d'un éboulement ou de tout autre accident entraîne, pour ne pas interrompre le trafic sur cette ligne, la création d'une voie provisoire où les ponts démontables dont on possède le matériel en dépôt peuvent être avantageusement utilisés ;

Soit enfin qu'on ait à créer une ligne traversant des contrées éloignées où l'industrie ne soit pas encore assez développée pour permettre l'exécution d'un pont métallique à assemblages fixes.

Cet examen rapide des circonstances les plus fréquentes de l'emploi des ponts portatifs et démontables dans les chemins de fer montre qu'ils doivent satisfaire à toutes les exigences d'un pont fixe comme durée et sécurité et qu'en outre leurs assemblages doivent être tellement constitués que l'usage n'ait sur eux aucune influence nuisible pour qu'ils restent toujours aussi facilement démontables même après un service assez long.

De plus, ils doivent être réalisés avec des pièces présentant le maximum de légèreté, peu encombrantes par leur forme et non susceptibles de se détériorer par les chocs inévitables dans le transport et surtout dans la manutention brutale sur le chantier de montage.

C'est pour réaliser ces conditions que M. Brochoki a constitué les poutres de rive par un système de treillis à grandes mailles comprenant un certain nombre de panneaux rectangulaires avec croisillons simples ou doubles, de façon que ces barres qui sont les plus longues ne supportent que des efforts de traction, tandis que les montants qui sont soutenus en deux points intermédiaires par les contre-fiches ne supportent que des efforts de compression.

Ainsi dans ce système une barre supporte toujours un effort de même sens quelle que soit la situation du convoi sur le tablier, avantage précieux au point de vue de la conservation générale de l'ouvrage et surtout pour éviter le martelage des tourillons, martelage qui se produirait fatalement si une barre était susceptible d'être brusquement comprimée après avoir été tendue ou inversement par le déplacement rapide du convoi.

Cette condition du sens constant des efforts que supporte une même barre est surtout importante actuellement où les trains express atteignent des vitesses con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sidérables que l'on cherche d'ailleurs à augmenter encore. C'est de plus une condition favorable à la légèreté de l'ouvrage, puisque dans ce système les barres tendues sont les plus longues et que l'on peut admettre pour ces barres les plus grands efforts moléculaires compatibles avec les conditions de sécurité qu'imposent la nature et la qualité du métal employé. On sait, en effet, que la limite dangereuse des efforts pour une barre alternativement tendue et comprimée est bien inférieure à celle qui correspond au cas d'une barre toujours tendue.

Le fait de réaliser les assemblages par l'emmanchement de douilles dans les tourillons formant le prolongement des extrémités des entretoises permet d'établir la voie soit au niveau supérieur, soit au niveau inférieur des poutres de rive, l'écartement de celles-ci étant dans les deux cas maintenu invariable par le double système d'entretoises et de contreventements régnant dans les plans horizontaux passant par les membrures supérieures et inférieures des poutres de rive.

Au point de vue du poids total de l'ouvrage, les systèmes à tablier inférieur ou à tablier supérieur sont sensiblement équivalents, le système à tablier supérieur bien que présentant une moins grande stabilité d'ensemble offre l'avantage de nécessiter des barres plus courtes et par suite plus maniables, mais d'un autre côté les pièces les plus lourdes étant les entretoises porteuses ou pièces de pont, le montage est à ce point de vue plus facile dans le cas du tablier inférieur.

Enfin, l'aspect général de ces ponts est celui d'une construction légère et hardie, bien que la grande hauteur de leur poutre assure une extrême rigidité. D'ailleurs toutes les barres comprimées quientrent dans leur composition sont en forme de caissons, constitués par l'assemblage de deux âmes et de deux semelles au moyen de quatre cornières : la section droite de ces barres présente ainsi un grand moment d'inertie qui combat l'influence de leur longueur sur le flambage et permet d'admettre un travail moléculaire assez élevé.

M. le Président remercie *M. de Brochocki* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des constructions et des beaux-arts.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typogaphie Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 27924.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. OCTOBRE 1891

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur la* MACHINE A GAZER LES FILS, *brevetée s. g. d. g., de* MM. P. VILLAIN FILS ET Cie, *constructeurs à Lille.*

MESSIEURS,

La très intéressante communication que M. H. Mamy, directeur de l'*Association des industriels de France pour prévenir les accidents du travail*, vous a présentée dans la séance du 23 janvier dernier, simplifie beaucoup la tâche de votre rapporteur. M. Mamy, en indiquant le but du *gazage* des fils de coton, a signalé les difficultés techniques de l'opération, les conséquences anti-hygiéniques des anciens procédés et les moyens adoptés avec succès par MM. Villain fils et Cie pour obvier aux inconvénients de la méthode primitive.

Lorsqu'un fil de coton, au lieu d'être masqué par la contexture de l'étoffe ou par l'apprêt, doit apparaître à la surface du tissu et concourir à la production de certains articles de luxe tels que dentelles, velours, etc., il importe que ce fil ait été préalablement débarrassé de toutes aspérités, de tous duvets extérieurs.

Le gazage des tissus avait depuis longtemps donné de bons résultats; les constructeurs songèrent très naturellement à étendre les effets de ce grillage aux fils isolés, en les dirigeant à travers une ou plusieurs flammes, assez rapidement pour transformer les parties duveteuses en un charbon friable sans altérer la constitution intime du filé. Les conditions, toutefois,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne sont pas les mêmes : tandis qu'avec l'étoffe tissée, les faces d'endroit et d'envers sont simplement *léchées* par la flamme, tantôt alternativement, tantôt simultanément, suivant le système adopté, chaque fil soumis au gazage se trouve enveloppé par la flamme. Le moindre vacillement empêche le grillage ou détermine la combustion du fil. C'est ce qui explique comment, avec les appareils anciens, les ateliers ne pouvaient être ventilés en dehors des heures d'arrêt, comment aussi le personnel, composé presque exclusivement de femmes et de jeunes filles, obligé de travailler dans une atmosphère viciée par les poussières et l'acide carbonique, à des températures de 35, 40 et 45° centigrades, se trouvait exposé à des désordres organiques, dont M. Jules Arnould, professeur d'hygiène à la Faculté de médecine de Lille, a fait le triste tableau (1).

Or, ainsi que l'écrivait le Dr Migerka, inspecteur général de l'industrie à Vienne (Autriche), « il faut à la fois ne pas diminuer la puissance productrice, ne pas gêner l'ouvrier et le mettre pourtant à l'abri des engins qu'il dirige » (2).

A ce triple point de vue, la machine à gazer de MM. Villain fils et Cie vous a été justement signalée par M. Mamy. Nous en rappellerons le principe en nous reportant au compte-rendu de la séance du 23 janvier et en nous appuyant sur les renseignements complémentaires qui nous ont été fournis par les constructeurs.

A chaque fil, sur la machine nouvelle, correspond un brûleur composé d'un gros tube vertical en fonte; la partie inférieure ou culasse est traversée par deux tubes concentriques, dont l'un, intérieur, amène le gaz et l'autre, l'air comprimé; la partie supérieure est aplatie sous forme de deux plans inclinés, laissant entre eux une fente étroite et longue : cette fente se trouve recouverte par une toile métallique, au-dessus de laquelle s'effectue la combustion du gaz et chemine le fil. Les tubes d'air et de gaz sont indépendants du brûleur, de manière à pouvoir en modifier aisément toutes les positions respectives; ils portent des robinets distincts, qui permettent de régler la composition du mélange gazeux et d'obtenir une flamme bleue, très chaude et très fixe.

Disons tout de suite que les revendications de MM. Villain fils et Cie ne

(1) *Conditions de salubrité des ateliers de gazage dans les filatures de coton*, par Jules Arnould, professeur d'hygiène à la Faculté de médecine de Lille. (Extr. des *Annales d'hygiène et de médecine légale*, 3e série, t. Ier, 1879. — Paris, J.-B. Baillière et fils.)

(2) *Bulletin du Comité permanent du Congrès international des accidents du travail.* 1re année, 1890. Chronique, p. 575.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portent pas sur l'emploi d'un mélange de gaz et d'air sous pression. Dès 1867, M. Tulpin aîné, constructeur de machines à Rouen, exposait au Champ-de-Mars une machine à griller les tissus, dont le regretté M. de Laboulaye indiquait, dans les termes suivants, l'un des principaux avantages : « La fixité de la flamme est obtenue par l'action d'un ventilateur aspirant les produits de la combustion et d'un petit ventilateur envoyant de l'air pour le mélanger au gaz en assez grande quantité pour brûler bleu, de manière à donner, comme dans le brûleur de Bunsen, de la chaleur plutôt que de la lumière et à éviter toute fuliginosité susceptible de noircir l'étoffe (1). »

Depuis cette époque, plusieurs industriels ont essayé d'introduire de l'air sous pression dans les tuyaux des machines à gazer les fils, mais l'arrivée du gaz et de l'air à l'extrémité de *rampes* longues de quatre mètres, au moins, ne donnait point un mélange uniforme sur toute la largeur du métier. Avec le système Villain, l'air (comprimé dans un grand réservoir logé sous la machine) communique, par des tuyaux élastiques, avec chacun des brûleurs qui, d'autre côté, sont reliés à autant de conduites de gaz; cette indépendance — on l'a déjà remarqué — fournit le moyen de régler, broche à broche, le mélange combustible approprié au gazage. La flamme du brûleur Villain n'a que 1 millimètre d'épaisseur sur 80 millimètres de longueur : aussi la combustion se produit-elle mieux qu'avec les flammes épaisses des autres appareils; l'air des salles est moins vicié et la dépense de gaz descend à 40, voire à 36 litres par brûleur et par heure, soit environ le 1/5 de la consommation ordinaire. De plus, la grande largeur de la flamme permet d'accélérer la marche du fil dans les rapports de 1 à 3, à 4 et même à 5; tandis que le passage relativement lent du fil sur les anciennes machines altère la nuance du coton et échauffe les fibres au point de les rendre cassantes, le produit rapidement gazé reste blanc et conserve sa résistance normale.

Tous les détails de construction ont été étudiés pour éviter les chances d'avaries : les fils se déroulent de bobines ou d'échevettes alimentaires et s'enroulent sur des bobinots à axe horizontal, entraînés par le contact des poulies motrices sur lesquelles ils reposent. Cette disposition bien connue offre l'avantage d'assurer à la marche du fil une vitesse constante, quel que

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, 2e série, t. XV, 1868, p. 650. Rapport fait par M. de Laboulaye, au nom du Comité des arts mécaniques, sur les machines construites par M. Tulpin aîné, de Rouen.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit le diamètre des bobines. Deux guides situés, l'un en avant, l'autre en arrière de chaque brûleur, maintiennent le fil dans la direction voulue. Si une rupture se produit, un *casse-fil* détermine instantanément le déplacement latéral des guides et le soulèvement du bobinot, qui cesse de tourner. La rattache faite, il suffit à l'ouvrière d'appuyer sur un levier placé en avant de ce bobinot, pour remettre le dernier en contact avec sa poulie d'entraînement et ramener simultanément les guide-fils dans le grand axe du brûleur.

La ventilation est facilitée par la fixité des flammes et, dans les établissements pourvus des nouveaux appareils, l'ouverture des fenêtres situées à proximité des machines à gazer n'offre plus d'inconvénient. Il est, d'ailleurs, facultatif d'utiliser pour l'aération des salles, l'air comprimé en excès et d'expulser les produits de la combustion par des tuyaux d'aérage disposés à travers le plafond. Cet aménagement, recommandable surtout en prévision de la saison rigoureuse, pourrait être complété par des hottes métalliques formant collecteurs de poussières au-dessus des machines, et nous savons que MM. Villain fils et C^ie^ se préoccupent de compléter ainsi l'installation de l'outillage nouveau.

Vous savez, Messieurs, que déjà, l'année dernière, la *Société industrielle du Nord de la France* a reconnu la valeur des perfectionnements réalisés par MM. Villain fils et C^ie^, en leur décernant une médaille d'or; des témoignages émanant des filateurs les plus compétents sont venus s'ajouter à cette distinction honorifique et nous autorisent doublement à vous proposer : 1° de remercier MM. P. Villain fils et C^ie^ pour leur importante communication; 2° de contribuer, par l'insertion au *Bulletin*, du présent rapport avec figures et légende explicative, à répandre l'usage d'une machine également favorable à l'hygiène du personnel et au rendement économique d'une opération manufacturière des plus délicates.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *juillet* 1891.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 66 REPRÉSENTANT LA MACHINE A GAZER LES FILS

Fig. 1. Coupe en élévation d'un élément de la machine à gazer les fils.
Fig. 2. Vue en plan de la même section de machine.
Fig. 3. Détails d'un brûleur vu en coupe verticale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A, Brûleur.

B, Tuyau de gaz.

D, Tuyau d'air comprimé.

x,x,x, Fil de coton. — Le tracé pointillé indique la situation du fil, lors d'un arrêt.

a, Guide-fil dit *à queue de cochon*, fixé à l'arrière du bâti.

I, Crochet métallique suspendu librement au fil, au-dessus et un peu en avant de la tringle ou règle rotative T, de section triangulaire.

P, Poulie d'entraînement du bobinot H, sur lequel s'envide le fil gazé.

R, R, Cadre-support des guide-fils S,S situés à l'arrière et à l'avant du brûleur; ce support peut osciller, comme il sera expliqué plus loin, autour de l'axe M.

VV, Cadre-support du bobinot H, également mobile autour de son axe (y).

La déviation des supports S,S et l'arrêt du bobinot H, en cas de rupture du fil, s'obtiennent simultanément de la façon suivante :

Au moment où le fil casse, le crochet I tombe en vertu de son poids et butte contre la règle triangulaire T. Celle-ci, en tournant, repousse le crochet et déplace la pièce E suivant le tracé pointillé. En même temps, la goupille b, solidaire de E, dégage la tringle verticale G, qui permet au levier L de basculer sous l'action du poids p. Ladite oscillation détermine, d'un bout, l'interposition entre la poulie P et le bobinot H, de la palette U, qui empêche ainsi leur contact tangentiel et, par suite, l'envidage du fil, de l'autre bout, le déclenchement du support RR qui, abandonné à lui-même, vient prendre la situation figurée en lignes pointillées et entraîne le fil hors de la flamme.

Pour ramener l'ensemble dans la position initiale, il suffit, une fois le fil renoué et le crochet I suspendu de nouveau, d'appuyer sur la touche ou poignée l, qui dégage la palette U, abaisse le levier L du même côté et le soulève, à l'extrémité opposée, avec la tringle G et le poids p.

Il résulte de ce qui précède que les éléments, ou *broches*, groupés sur le même bâti, fonctionnent indépendamment les uns des autres, c'est-à-dire sans que la casse d'un fil oblige jamais à suspendre le gazage des autres fils.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. LE COLONEL PIERRE, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur un* APPAREIL DE SONDAGE PORTATIF, A FIL D'ACIER, *présenté par* M. E. BELLOC, 105, *rue de Rennes, à Paris.*

M. Émile Belloc, officier d'Académie, demeurant rue de Rennes, 105, à Paris, a soumis à l'examen de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un sondeur, ou appareil de sondage portatif à fil d'acier, destiné à mesurer les profondeurs de la mer et des lacs.

M. Belloc a sollicité la faveur de faire de sa proposition l'objet d'une communication qui a eu lieu devant le Conseil dans la séance du 26 juin dernier.

L'inventeur nous a d'abord présenté un appareil de dimensions assez faibles et pesant seulement 4 kilogrammes, qu'il a fait le plus petit possible, afin de pouvoir le transporter facilement jusque sur les bords des lacs de montagnes les plus élevées et les moins abordables.

Ce petit instrument a été non seulement essayé, mais encore utilisé pour déterminer par des sondages nombreux et bien étudiés la forme du fond de certains lacs et notamment du lac d'Oo (Haute-Garonne), qui est situé à une altitude de 1 500 mètres environ.

Quoique réduit au minimum de poids et de volume, ce petit sondeur est pourvu de tous les organes indispensables pour assurer son bon fonctionnement.

Il se compose essentiellement :

D'un tambour pouvant recevoir par enroulement 250 mètres de fil d'acier de 4 dixièmes de millimètre;

D'une roue à rochet;

D'une poulie métrique d'un décimètre de circonférence;

D'un compteur de tours, pour mesurer les profondeurs ;

D'un frein destiné à régler sa marche.

Malgré sa frêle apparence, la solidité de cet instrument paraît démontrée par l'expérience, car il a servi à opérer plusieurs milliers de sondages. Il a été aussi employé à recueillir des matériaux destinés aux analyses chimiques des eaux et des sédiments. Pour cela, il a suffi de remplacer le plomb de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sonde, soit par la bouteille employée par l'officier de marine Richard à bord du *Travailleur* et du *Talisman*, soit par la bouteille d'Ekmann employée par Nordenskiold. En outre, on s'en est servi pour déterminer les températures à diverses profondeurs.

Toutes ces expériences ont été décrites et leurs résultats relatés dans une

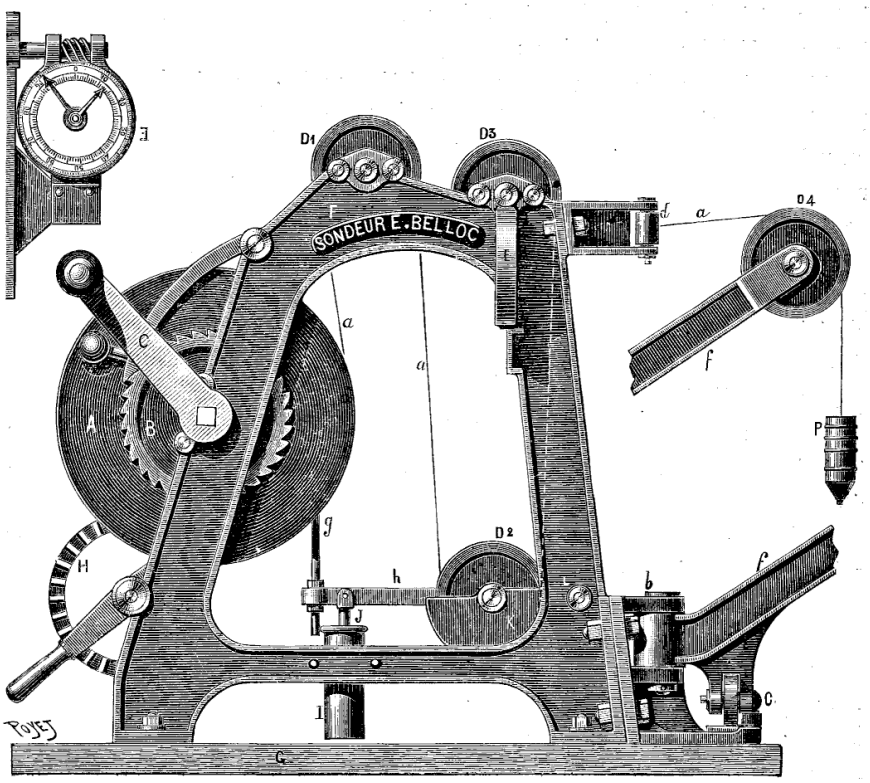


Fig. 1. — Sondeur Belloc.

petite brochure intitulée *le Lac d'Oo*, dont l'auteur a fait hommage à notre Société.

Ce premier succès a conduit M. Belloc à penser qu'une machine analogue, mais appropriée aux besoins des recherches en mer, pourrait être utile aux ingénieurs hydrographes, aux marins, et à divers autres explorateurs. Cette pensée l'a décidé à étudier un nouvel appareil, tout semblable, mais plus grand, plus résistant, portant un fil beaucoup plus long, et muni d'un frein

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

automoteur destiné à atténuer les excès de tension produits par le mouvement des vagues.

C'est cet appareil agrandi pour lequel M. Belloc sollicite l'examen et l'avis de la Société d'Encouragement.

Il pèse environ 20 kilog. Il est donc facilement transportable à bord d'un bateau, et à plus forte raison à bord d'un navire, et n'y cause aucun encombrement. Voici sa description :

Un bâti formé de deux flasques parallèles en bronze, réunis par des entretoises de même métal, est solidement fixé sur un plateau en bois qui sert en même temps de socle à la machine et de fond à la caisse destinée à la recevoir toute montée pour les transports. (Les dimensions de cette caisse sont de 50 centimètres sur 30 et 45 centimètres.)

Un tambour, calé sur l'arbre principal placé entre les flasques, peut porter, enroulés, environ 2000 mètres de fil d'acier de 5/10 de millimètre, c'est-à-dire plus qu'il n'en faut pour une machine portative, les sondages des grands fonds exigeant des appareils mus par la vapeur, ou tout au moins par des treuils à engrenages.

Chacun des bouts de l'arbre est disposé pour recevoir une manivelle destinée à manœuvrer au tambour pour remonter la sonde. En général, l'action d'une seule manivelle suffit.

A droite du tambour, il y a une roue à rochet qui permet, en cas de besoin, l'arrêt subit de la machine.

A gauche, une gorge a été ménagée pour le passage d'une lame de frein.

Du tambour autour duquel il est enroulé, le fil passe sur une première poulie portée sur la tête des flasques, et de là il descend sous une seconde poulie située à la partie inférieure et plongée en partie dans un auget pouvant contenir une matière destinée à protéger le fil contre l'oxydation. Cette poulie est montée sur le bras d'un levier qui agit sur le frein, pour indiquer le moment où la sonde touche le fond.

De là, le fil remonte verticalement pour s'engager dans la gorge d'une poulie métrique, disposée sur le derrière des flasques ; cette troisième poulie actionne, au moyen d'une vis sans fin, un compteur de tours à cadran, qui a pour base deux subdivisions du mètre.

Après avoir enveloppé complètement la troisième poulie, le fil s'engage entre deux cylindres verticaux entourés de feutre épais destiné à le sécher à la remontée, et enfin il passe sur une quatrième poulie placée à l'extrémité d'une flèche assez longue pour surplomber l'endroit où la sonde doit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être immergée. Cette flèche fixée au bord du plateau sur le pied des flasques se plie en son milieu et peut être démontée. On peut aussi changer sa direction et lui faire décrire, horizontalement, un arc de cercle de 180°.

Le diamètre du fil peut être porté à 8/10 de millimètre. Mais alors sa longueur n'est plus que de 1 100 mètres environ. Ce qui paraît suffisant dans la plupart des cas. Il peut supporter même avec 5/10 de millimètre de diamètre tous les instruments additionnels en usage pour les recherches sous-marines à la condition que leur poids ne dépasse pas 20 kilog.

Deux sondeurs semblables au type qui vient d'être décrit ont été construits, et sont déjà mis en essai. Le premier, commandé par le prince de Monaco, va servir très prochainement à explorer la mer du Nord. Le prince tient à le présenter au grand congrès de la Société Royale de géographie de Londres qui s'ouvrira à Edimbourg le 16 juillet courant, ainsi qu'au Congrès de géographie qui aura lieu à Rochefort le 11 août prochain, et dont le prince est président d'honneur. Le second sondeur vient d'être envoyé à M. Delebecque, ingénieur des ponts et chaussées à Thonon, qui se propose de l'utiliser pour les travaux qu'il a entrepris sur les lacs de la Haute-Savoie.

Votre Comité des arts mécaniques se plaît à reconnaître les services rendus dans les recherches sous-lacustres par le petit sondeur; il pense que cet appareil remplit très bien le but que s'est proposé M. Belloc. Il est simple, bien conçu, d'une solidité suffisante; son volume et son poids le rendent facile à transporter dans tous les lieux qu'un homme exercé peut atteindre. A la vérité, l'emploi du fil d'acier pour les sondages n'est pas nouveau; mais l'inventeur s'en sert avec succès et intelligence.

Quant au grand sondeur, il est maintenant soumis à deux expériences bien différentes, puisque l'une se fera dans des lacs dont les eaux sont relativement tranquilles, tandis que l'autre aura lieu en pleine mer, où l'eau est continuellement en mouvement. Dans le premier cas, la réussite paraît assurée; mais il n'en sera peut-être pas de même dans le second par suite de l'agitation des flots. Les résultats qu'on aura obtenus pourront donc seuls permettre de formuler une opinion sur la valeur de ce sondeur.

Mais, dès à présent, le Comité des arts mécaniques pense que cet appareil peut se prêter utilement à la plupart des expériences scientifiques auxquelles l'étude des phénomènes naturels peut donner lieu; et, dans un ordre d'idées plus pratiques, qu'il suffira pour les sondages à l'embouchure des fleuves, le relèvement des sinuosités d'un chenal encombré par des sables, la reconnaissance d'une passe, ou d'un mouillage à fond mobile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En dehors de l'élément liquide, il peut servir à mesurer toute hauteur verticale dont le sommet est praticable et la base difficilement accessible, falaise, gouffre, puits de mine, etc.

Comme conséquence de ce qui vient d'être dit, votre Comité des arts mécaniques est d'avis qu'il y a lieu de remercier M. E. Belloc de sa communication, et de faire insérer dans le *Bulletin* de la Société le présent rapport accompagné des dessins et de la légende nécessaires pour faire comprendre la construction, le mécanisme et l'emploi des deux appareils.

Signé : A. PIERRE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 26 *juin* 1891.

LÉGENDE DE LA FIGURE 1 REPRÉSENTANT LE SONDEUR BELLOC

A, Tambour en fonte sur lequel est enroulé le fil d'acier *aaa.*

B, Roue à rochet.

C, Manivelle du tambour.

D, Poulie de renvoi.

D_2, Seconde poulie fixée au levier *h* du frein automoteur.

D_3, Poulie métrique d'un décimètre de circonférence agissant sur le compteur.

D_4, Poulie de renvoi de l'extrémité de la flèche.

d, Galets entourés de feutre épais destiné à sécher le fil à la montée et servant à le maintenir dans la direction de la poulie, quelle que soit la direction de la flèche.

E, Compteur du nombre de tours de la poulie métrique.

F, Flasques en bronze fixés sur le plateau de bois G et réunis par des entretoises en bronze.

f, Flèche en bronze pivotant autour de l'axe *b* et soutenue par le galet *c*.

H, Levier du frein à lame d'acier enroulée sur une gorge du tambour. Une extrémité de cette lame est fixée à ce levier, et l'autre à la tige *g*, celle-ci actionne le levier *h* articulé en *i* et portant l'axe de la poulie D_2.

Le levier *h* est retenu par la tige *j* maintenue par un ressort à boudin logé dans le cylindre I. Ce cylindre est fixé à l'un des flasques.

Par cette disposition, le frein automoteur est destiné à atténuer les excès de tension produits par le mouvement des vagues. Il est aussi combiné de telle sorte qu'il indique également le moment précis où le poids de la sonde touche le fond.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

K, Auget fixé au levier *h* dans lequel tourne la poulie D_2. Cet auget peut recevoir une matière destinée à protéger le fil contre l'oxydation.

P, Poids de la sonde.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. E. JUNGFLEISCH, *au nom du Comité des arts chimiques, sur les* APPAREILS FRIGORIFIQUES INSTALLÉS A LA MORGUE DE PARIS *par* MM. MIGNON *et* ROUART.

Parmi les organes indispensables à la vie d'une grande cité comme Paris, la Morgue est certainement l'un de ceux qui ont subi depuis quelques années les transformations les plus profondes. Pendant fort longtemps, cet établissement fut exclusivement consacré à recueillir les cadavres trouvés sur la voie publique ou dans la Seine ; dans le but d'établir leur identité, ces cadavres étaient exposés aux regards du public pendant un temps aussi long que possible, mais trop court le plus souvent à cause de leur altération rapide. Sa destination et surtout l'utilité d'y amener un grand nombre de visiteurs exigent qu'un semblable établissement soit placé au centre de la ville et dans un endroit fréquenté ; d'autre part, son fonctionnement est une cause d'incommodité et même d'insalubrité pour le voisinage, surtout pendant la saison chaude, alors que les insectes peuvent transporter à distance les germes de la fermentation putride. Aussi, dès une époque déjà ancienne, a-t-on reconnu l'utilité que présenterait une amélioration apportée à la conservation des cadavres de la Morgue, soit pour prolonger la durée possible de leur exposition, soit dans le but d'assainir un établissement destiné d'ailleurs à rester toujours incommode.

Plus récemment la même institution a reçu un accroissement d'attribution qui a contribué à rendre plus désirable encore un pareil progrès. D'abord simplement pourvu d'un local consacré aux autopsies reconnues nécessaires, la Morgue s'est peu à peu transformée en une école de médecine légale, placée à la fois sous la dépendance de la Préfecture de police et sous celle de la Faculté de médecine, pourvue de cours multiples et distribuant un enseignement pratique très suivi. Ce développement nouveau a pris en quelques années une importance telle qu'il vient d'aboutir à la création d'un Institut médico-légal, annexé à la Morgue. Or il n'est pas besoin d'insister pour éta-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blir que les recherches médico-légales pratiquées sur les sujets en bon état de conservation sont susceptibles de fournir parfois des renseignements décisifs, fondés cependant sur des caractères qu'une altération plus ou moins avancée aurait fait disparaître. D'ailleurs la putréfaction ne rend-elle pas plus pénible et même dangereuse la tâche du médecin-légiste ?

Telles sont les considérations qui, avec d'autres inutiles à rappeler ici, ont porté M. le Dr Brouardel, professeur de médecine légale à la Faculté de Médecine et médecin-inspecteur de la Morgue, à demander dès 1878 une modification profonde des conventions d'installation de cette institution. La demande de M. Brouardel ayant été accueillie favorablement par le Conseil général de la Seine, un concours a été ouvert par la Préfecture de police, en 1880, pour un projet d'installation à la Morgue d'appareils frigorifiques, destinés à la conservation des cadavres.

Les projets étudiés par cinq concurrents, c'est-à-dire à peu près par tous les industriels s'occupant alors d'appareils frigorifiques, ont été soumis au jugement d'une commission choisie dans le sein du Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine (1).

Les conditions imposées aux concurrents avaient été formulées avec une grande netteté par M. le professeur Brouardel dans les termes suivants:

« 1° Soumettre, dès leur arrivée à la Morgue, à une température de — 15° à — 20°, les corps que l'on veut conserver;

« 2° Les porter ensuite dans une salle dont la température oscillera entre — 4° et — 1° environ;

« 3° Entretenir 10 cadavres à la température de — 4°. »

La première condition est rendue nécessaire par la mauvaise conductibilité du corps humain, par la lenteur avec laquelle il se refroidit intérieurement. En outre, les corps arrivant souvent dans un état de putréfaction très avancée, il importe d'arrêter le plus rapidement possible l'action des agents vivants de la putréfaction; c'est là ce qu'une température voisine de 0° est impuissante à réaliser, alors qu'un refroidissement atteignant — 15° ou — 20° y parvient aisément. Une fois l'effet en question produit, la con-

(1) La commission était composée de :
MM. du Souich, inspecteur général des mines, *président;*
Luuyt, ingénieur en chef des mines, *vice-président;*
Dr Brouardel, professeur à la Faculté de Médecine;
Dr Bourneville, membre du Conseil municipal de Paris et du Conseil général de la Seine;
Dr Villeneuve, membre du Conseil général de la Seine;
de Luynes, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, *rapporteur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

servation se poursuit d'une manière satisfaisante, à une température qui peut être moins basse, soit entre — 1° et — 4°.

En dehors de ces conditions imposées en première ligne aux auteurs de projets, il en était une autre qui résultait de la nature du terrain sur lequel la Morgue est édifiée : l'installation en cet endroit de machines importantes, susceptibles de produire des trépidations de quelque énergie, est, en effet, rendue impossible par l'instabilité du sol de la pointe de l'île de la Cité.

Enfin les expériences de M. Brouardel avaient montré qu'il était utile de maintenir les corps conservés dans une atmosphère tranquille, un air froid rapidement renouvelé brunissant la peau et la parcheminant, au point de nuire à la reconnaissance de l'identité.

Après des études et des observations nombreuses, qui se trouvent résumées dans un très remarquable rapport adressé à M. le Préfet de police, par notre vice-président, M. de Luynes, le jury du concours a recommandé l'adoption du projet de MM. Mignon et Rouart.

Il semble opportun de reproduire ici les conclusions de ce rapport :

« En résumé, disait M. de Luynes, l'appareil Carré, construit par MM. Mignon et Rouart, n'exige qu'une force motrice très faible; il tient peu de place; sa marche est complètement silencieuse; il fonctionne à une température plus basse que les autres machines, et son rendement est supérieur. La dépense d'entretien ne dépasse pas celle des autres machines à glace. Il a pour lui la sanction d'une pratique déjà ancienne. Le projet qui l'utilise est le plus économique et ne change pas d'une manière notable l'aménagement intérieur de la Morgue. »

« La Commission ne voit aucun obstacle à son emploi dans la pression un peu élevée sous laquelle il fonctionne ; avec des appareils construits en vue de cette pression et éprouvés en conséquence, elle ne présente aucun inconvénient. D'ailleurs, un grand nombre d'appareils de cette nature fonctionnent depuis plus de douze ans, sans avoir produit d'accident. »

Conformément au jugement de la Commission, MM. Mignon et Rouart ont été chargés de la construction des appareils frigorifiques de la Morgue. Ces appareils ont aujourd'hui subi l'épreuve d'un fonctionnement continué pendant huit années; ils ont donné toute satisfaction aux services compétents. Fort de cette sanction, M. H. Rouart a demandé à la Société d'Encouragement d'examiner les procédés mis en œuvre pour atteindre les résultats favorables actuellement assurés. Sa communication a été renvoyée au Comité des arts chimiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avant d'aborder ici l'étude de l'organisation adoptée pour la Morgue, il n'est pas inutile d'observer qu'un jugement équitable ne peut être porté sur l'effort accompli par les auteurs du projet choisi, que si l'on veut bien se reporter à l'époque où le concours a été institué et faire abstraction des progrès réalisés depuis. La question posée était alors mal connue; beaucoup d'ingénieurs l'ont travaillée plus récemment, employant des moyens analogues à ceux du projet ou bien différents, pour arriver à des applications variées du froid, mais, en 1880, les concurrents s'engageaient sur une voie entièrement nouvelle. C'est donc au point de vue des idées d'alors qu'il faut se placer pour apprécier comme il convient la valeur du projet de MM. Mignon et Rouart.

La machine frigorifique adoptée dans le projet en question est celle qu'a inventée M. F. Carré. Construite couramment depuis 1860 par MM. Mignon, elle a reçu de trop nombreuses applications pour qu'il soit utile de discuter ici ses avantages ou ses désavantages. Les seuls points à rappeler à son sujet sont les suivants :

1° Elle emploie la solution aqueuse de gaz ammoniaque;

2° Elle chasse par la chaleur le gaz de cette dissolution, et ce gaz se liquéfie sous l'action de la pression qu'il développe en s'accumulant dans l'enceinte où il se rend;

3° L'ammoniaque liquéfiée produit le froid en se vaporisant, et le gaz qu'elle fournit ainsi, étant absorbé par l'eau, régénère la solution ammoniacale, propre à servir de point de départ au même cycle de transformations.

Il résulte de là que cet appareil produit le froid par des moyens exclusivement physiques et nullement mécaniques, contrairement à ce qui arrive dans la plupart des machines frigorifiques usitées.

Une seule des opérations accomplies exige l'intervention d'une force motrice; c'est l'introduction dans la chaudière sous pression de la solution ammoniacale régénérée dans une enceinte à basse pression. En fait, dans l'appareil de la Morgue, un moteur à gaz, du système Bishop et de la force de 1 cheval, suffit pour effectuer ce travail; il suffit en outre pour mouvoir le liquide incongelable qui, refroidi dans le congélateur de la machine Carré, est dirigé vers les enceintes auxquelles il doit enlever de la chaleur. Cette particularité présente ici un véritable intérêt à cause de la nature défectueuse du terrain de la Morgue, terrain incapable, nous l'avons dit, de supporter des machines motrices un peu puissantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les études préliminaires ayant conduit à admettre une consommation maximum de 14 000 frigories par heure, on a installé un appareil capable d'absorber la quantité de chaleur voulue; avec une pompe de circulation pour le liquide incongelable, le moteur à gaz de 1 cheval et une chaudière à faisceau tubulaire amovible, il occupe une des petites cours latérales de la Morgue. L'ensemble, réparti sur une surface totale de 30 mètres carrés environ, a été recouvert d'un vitrage.

C'est dans les dispositions prises pour appliquer aux besoins très particuliers de la Morgue le froid produit par ces appareils, que MM. Mignon et Rouart ont montré de l'originalité. Nous allons passer en revue les moyens qu'ils ont adoptés pour résoudre les divers problèmes posés.

Le premier de ces problèmes consistait à congeler les cadavres à — 15°.

La température à laquelle bout l'ammoniaque liquéfié (— 40°) permet de refroidir pratiquement, avec l'appareil Carré, jusqu'à la température très basse de — 20° et même de — 22°, la solution incongelable de chlorure de calcium, qui sert à transmettre le froid. Cette circonstance était évidemment favorable à l'obtention du résultat qu'il s'agissait de réaliser ici. Toutefois le peu d'écart (5 degrés) existant entre la température du liquide froid fourni par la machine et la température à laquelle devaient être amenés les cadavres réfrigérés, exigeait l'emploi d'appareils d'échange de température très parfaits.

Les quatre cellules de congélation ont été construites en bois de sapin de $0^m,08$ d'épaisseur. Leurs parois latérales sont à peu près entièrement recouvertes par des tubes de fer de $0^m,033$ de diamètre intérieur, distants seulement de $0^m,55$ d'axe en axe; ces tubes, rivés sur des cadres placés aux angles des cellules, sont constamment parcourus par la liqueur incongelable portée à — 20°. A cet effet, les cadres eux-mêmes sont surmontés de couvercles en fonte par lesquels entre et sort le liquide froid. Le cadavre, introduit dans la cellule sur un chariot de tôle muni de galets roulant sur rails, est ainsi entouré de toutes parts de parois très froides. Après son introduction, la cellule est fermée par une porte en bois épais, à joints garnis de lisière de drap. Dans ces conditions, dix heures suffisent pour congeler entièrement les cadavres les plus volumineux, pour qu'une réfrigération suffisante ait atteint la totalité de leur masse intestinale. Les cadavres ont alors gardé leur aspect originel, mais ont acquis la dureté du bois.

La conservation des cadavres préalablement congelés était plus facile, puisqu'il suffisait de maintenir à — 4° des corps sortant des cellules à — 15°.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle a été réalisée en plaçant les corps dans des caisses analogues à celles qui servent à la congélation, mais dont les parois verticales sont simplement garnies de serpentins refroidisseurs. Comme il s'agit seulement de faire absorber par ces serpentins la chaleur qui pénètre à travers les parois peu perméables des caisses, la circulation du liquide froid n'a pas besoin d'être très active.

Avec cet ensemble de dispositions, on a pu conserver des cadavres pendant plus de huit mois, alors même qu'ils n'avaient été congelés qu'après décomposition déjà commencée. Si cela était utile, une conservation plus prolongée encore serait parfaitement réalisable. Lorsqu'une autopsie devient nécessaire, les corps, placés dans une caisse close, légèrement chauffée par des brûleurs à gaz, sont ramenés à la température de + 15° à + 20° ; l'opération terminée, ils peuvent être congelés de nouveau et conservés comme précédemment. Il résulte des déclarations de M. Brouardel que les conditions réalisées sont très satisfaisantes au point de vue médico-légal.

La conservation des cadavres à — 2° dans une salle d'exposition, accessible aux regards du public, c'est-à-dire très mal close par rapport au froid, présentait des difficultés toutes particulières. Ces difficultés étaient accrues encore par la nécessité d'éviter un renouvellement de l'air capable de modifier l'aspect des cadavres.

La salle d'exposition de la Morgue a 11^{m},90 de long, 5^{m},80 de large et 7 mètres de haut. La face à laquelle accède le public est fermée par une verrière s'appuyant sur un soubassement et montant à toute hauteur. La salle est construite en maçonnerie et peut être considérée comme exposée de toutes parts à l'action réchauffante de l'atmosphère. On a pu constater en été, antérieurement à l'installation des appareils frigorifiques, que la température de 40° était parfois atteinte au voisinage du vitrage qui la recouvre; elle présente donc des conditions singulièrement défavorables. Telle qu'elle était disposée à l'origine, le calcul indiquait pour le réchauffement par les parois une absorption de 13 000 frigories par heure, c'est-à-dire, à très peu près, une absorption atteignant la production totale de l'appareil Carré actuel. On a dû chercher tout d'abord à diminuer la dépense du froid ainsi occasionnée. A cet effet, les murs ont été recouverts d'une tresse de paille de 0^{m},06 d'épaisseur, recouverte elle-même de madriers de sapin de 0^{m},08. Derrière la verrière existante, on en a élevé une seconde séparée de la première par une couche d'air de quelques centimètres; on est parvenu ainsi, non seulement à diminuer la transmission de la chaleur, mais en même temps

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à supprimer à peu près totalement la congélation de l'humidité atmosphérique sur le verre froid et à conserver à ce dernier sa transparence. L'amélioration due à ces mesures réduisait de près de moitié le nombre de calories négatives annulées par le réchauffement de la salle.

L'appareil d'échange de température a été établi à la partie supérieure de la salle. Il consiste en un toit à double pente, composé de lamelles horizontales, distantes entre elles de quelques centimètres. Un déversoir, placé à l'arête supérieure du toit, laisse écouler sur ces lamelles une nappe de solution incongelable, fortement refroidie. L'équilibre de température s'établit entre l'air ambiant et la solution; l'air refroidi, devenu plus dense, tombe dans la salle et se trouve remplacé par l'air le moins dense, c'est-à-dire le plus chaud, qui gagne la partie supérieure de l'enceinte. Les mouvements ainsi déterminés sont suffisamment rapides pour régulariser la température de toutes les parties de la salle et l'abaisser à — 2°; ils ne le sont pas assez pour parcheminer les cadavres.

En s'écoulant des lamelles les plus basses, le liquide incongelable réchauffé est recueilli dans des gouttières; celles-ci le renvoient à l'appareil Carré, qui doit le refroidir de nouveau.

Pour éviter, lors de l'entrée ou de la sortie d'un cadavre, le réchauffement de la salle dû à l'ouverture d'une porte donnant communication directe avec l'atmosphère, le chariot doit, pour entrer ou sortir, traverser un couloir muni à ses deux extrémités de portes qu'on a soin de ne jamais ouvrir simultanément.

Des dispositions spéciales ont été prises en outre pour réduire au minimum les pertes de froid aussi bien que la consommation de force exigée par la mise en circulation de la liqueur incongelable.

C'est ainsi notamment que le congélateur de l'appareil réfrigérant ayant été placé à $1^m,50$ au-dessus du sol, les caisses à — 15° ont été posées sur le sol lui-même et les caisses à — 4° sur les précédentes, toutes à une faible distance du congélateur. Le liquide refroidi à — 20° coule directement du congélateur dans les faisceaux tubulaires des caisses à — 15°, où il doit réaliser le maximum d'effet; il remonte poussé par son propre poids, jusqu'à une pompe centrifuge, placée au niveau du congélateur. Cette pompe refoule le liquide jusqu'au sommet du toit refroidisseur; en s'écoulant ensuite de ce dernier, il traverse les serpentins des caisses à — 4° et rentre dans le congélateur de la machine frigorifique. La force consommée pour le mouvoir est ainsi très faible, puisqu'il suffit d'élever la solution saline froide

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à une hauteur de $4^m,35$ pour qu'elle accomplisse une circulation complète.

Les caisses à — 15° et à — 4° s'enfoncent dans la salle d'exposition, qui les met à l'abri du réchauffement atmosphérique; elles s'ouvrent dans une autre pièce, dite salle d'arrivée.

En résumé, tous les résultats demandés par l'administration préfectorale ont été réalisés dans l'installation de MM. Mignon et Rouart; quelques-uns d'entre eux cependant pouvaient à l'origine, dans l'état alors peu avancé de nos connaissances, ne pas paraître fort assurés. M. le doyen Brouardel, médecin-inspecteur de la Morgue, a constaté en diverses occasions le fonctionnement tout à fait satisfaisant d'une organisation aujourd'hui éprouvée par une expérience prolongée; la conservation des corps a été réalisée de manière à répondre à la fois aux exigences du service de reconnaissance des décédés et à celles des services de médecine légale; en même temps l'établissement a été assaini et débarrassé, même en été, des inconvénients qui le rendaient insalubre.

Dans ces conditions, le Comité des arts chimiques adresse à MM. Mignon et Rouart ses félicitations pour le succès si intéressant qu'ils ont obtenu. Il vous propose d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société, en l'accompagnant de planches propres à faire connaître les dispositions adoptées dans l'installation des appareils frigorifiques de la Morgue.

Signé : E. JUNGFLEISCH, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 juillet 1891.

LÉGENDE DES PLANCHES 67 ET 68 REPRÉSENTANT LES APPAREILS FRIGORIFIQUES DE LA MORGUE DE PARIS.

La planche 67 représente la disposition en plan des appareils frigorifiques installés à la Morgue de Paris.

La planche 68 représente, figure 1, une coupe de l'installation suivant AB, et, figure 2, une coupe de l'installation suivant CD.

Dans ces figures, les mêmes lettres représentent les mêmes objets.

a, Chaudière à vapeur d'eau.

b, Chaudière à ammoniaque.

c, Récipient de gaz liquéfié.

d, Liquéfacteur.

e, Congélateur

f, Absorption.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

g, Pompe à ammoniaque.
h, Échangeur.
i, Complément d'échangeur.
j, Moteur à gaz.
k, Caisses à — 15°.
l, Caisses à — 4°.
m, Pompe rotative.
n, Toit.
o, Verrière.
p, Madrier servant d'isolant à la salle.
q, Paille isolant les madriers du mur.
r, Sas éclusé.
s, Dalle roulante.
t, Chariot porte-corps.
u, Chariot roulant.
1, Départ du liquide froid du congélateur aux caisses à — 15°.
2, Distributeur du liquide dans les caisses à — 15°.
3, Collecteur du liquide ayant servi aux caisses à — 15°.
4, Tuyau amenant le liquide des caisses à — 15° à la pompe *m*.
5, Tuyau amenant le liquide de la pompe *m* au chéneau.
6, Tuyau amenant le liquide de la pompe au collecteur des caisses à — 4°, quand on ne travaille pas avec la salle.
7, Chéneau.
8, Gouttière recueillant le liquide du toit.
9, Tuyau amenant le liquide des gouttières dans le collecteur des caisses à — 4°.
10, Collecteur distribuant le liquide dans les caisses à — 4°.
11, Collecteur recevant le liquide ayant servi dans les caisses à — 4°.
12, Retour du liquide au congélateur.
13, Tiges servant à suspendre le toit.

Le froid est produit par un appareil réfrigérant à solution ammoniacale, dit appareil à affinité construit par MM. Mignon et Rouart.

Dans cet appareil, le gaz ammoniac en dissolution dans l'eau est chassé à l'état de gaz, de cette solution, par la chaleur; il se condense ensuite par sa pression et son contact avec l'eau froide, et passe à l'état de liquide très volatil.

Il se rend alors dans une série de serpentins entourés d'un liquide incongelable et placés dans un réservoir appelé congélateur. Là il se volatilise et produit du froid qu'il communique au liquide incongelable. Le gaz ammoniac retourne ensuite au point d'où il était parti, pour recommencer le même cycle.

C'est le liquide incongelable, formé d'une dissolution de chlorure de calcium,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont la température est ainsi abaissée à 18, 20 et 25° au-dessous de zéro, qui sert à transporter le froid d'un point à l'autre de l'appareil.

L'installation de la Morgue comprend trois séries de pièces à refroidir :

1° Caisses à 15° au-dessous de zéro;

2° Caisses à 4° au-dessous;

3° Salle d'exposition.

Le liquide froid commence sa circulation dans des serpentins disposés sur les parois des caisses à — 15°; il se rend ensuite à la partie supérieure de la salle d'exposition.

Il tombe en cascades sur un toit à échelons et se divise en gouttelettes qui offrent ainsi une très grande surface de contact avec l'air ambiant.

Enfin le liquide ayant abandonné une grande partie de sa température négative est amené dans les caisses à — 4°, d'où il retourne au congélateur se refroidir de nouveau.

Une pompe centrifuge assure la circulation.

Les cadavres amenés à la Morgue sont d'abord placés dans les caisses à — 15° pour y être complètement gelés. On les introduit ensuite, soit dans la salle d'exposition où la température est d'environ — 4°, soit dans les caisses à — 4°.

On peut, pour ainsi dire, conserver les cadavres indéfiniment. Certains d'entre eux (affaire Pel) sont restés huit mois à la disposition de l'autorité judiciaire.

L'installation du froid à la Morgue date de 1881.

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. ROUSSELLE, *au nom du Comité des arts économiques, sur un* RÉGULATEUR DE LA RÉSISTANCE DES TOUCHES DU PIANO *inventé par* M. BARROUIN, *facteur de pianos, rue de Sèvres,* 91.

On sait que les maîtres qui enseignent les premiers éléments du piano font travailler, de préférence, leurs élèves sur des instruments offrant une certaine résistance au toucher afin d'habituer les commençants à développer un effort musculaire qui, plus tard, rend leur jeu solide et brillant. D'autre part, il est peu agréable aux personnes qui ont surmonté les premières difficultés de se servir d'un instrument dur sous le doigt et d'être ainsi astreintes à une fatigue inutile. Il serait donc désirable que les pianos pussent, à volonté, être doux ou résistants et que l'effort à faire par le pianiste pût être, dans de certaines limites, réglé suivant sa convenance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tel est le problème que s'est posé M. Barrouin. L'appareil qu'il soumet à la Société d'Encouragement en donne une solution curieuse et intéressante.

Les touches d'un piano constituent les extrémités de leviers en bois qui actionnent les marteaux. M. Barrouin a considéré que, si l'on plaçait sur ces leviers un corps lourd susceptible de cheminer à volonté en s'éloignant du point d'appui, l'on créerait une résistance qui serait d'autant plus grande que le poids exercerait son action sur un point plus éloigné de l'appui du levier. Mais il serait compliqué et coûteux d'avoir un corps lourd pour chacune des touches. M. Barrouin a eu l'idée ingénieuse de se servir d'un poids unique. A cet effet, il dispose transversalement à la direction des leviers une règle en bois de section à peu près carrée et dont la face inférieure est maintenue à quelques millimètres au-dessus du plan formé par l'ensemble des faces supérieures des leviers. Le mouvement de cette règle est commandé par deux boutons en métal placés aux deux extrémités du clavier et se mouvant dans des glissières pourvues de crans d'arrêt. Lorsque les boutons sont au cran de départ, la règle se trouve au-dessus de l'appui des leviers ; lorsque l'on pousse les boutons simultanément, la règle s'avance parallèlement à elle-même jusqu'à une position extrême déterminée par le dernier cran, en passant par les situations intermédiaires correspondantes aux autres crans.

La règle dont nous venons de parler est évidée à sa partie inférieure de manière à présenter, dans toute son étendue, une gorge de section demi-circulaire dans laquelle se trouve emprisonné un tube en caoutchouc rempli de petits plombs de chasse et fermé par un bouchon de liège à chacune de ses extrémités.

Le fonctionnement de ce petit appareil est fort simple. Le tuyau de caoutchouc est entraîné par la règle et, n'étant pas serré dans la gorge qui l'emprisonne, il vient se poser sur les leviers des touches à la place choisie par l'exécutant. La résistance à vaincre est ainsi sensiblement pareille pour toutes les notes du clavier et elle est graduée à volonté. L'installation du système est peu coûteuse et la suppression de l'appareil peut s'opérer rapidement et sans frais.

L'invention de M. Barrouin a paru à votre Comité des arts économiques présenter assez d'intérêt et assez d'avantages pour être signalée à votre attention et à celle du public.

Le Comité a l'honneur de vous proposer de remercier M. Barrouin de sa communication et de le féliciter de ses laborieuses recherches, lesquelles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont d'autant plus méritoires que leur auteur est privé de la vue. Le Comité estime aussi qu'il y a lieu d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : ROUSSELLE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 juillet 1891.

ARTS MÉCANIQUES

DE LA PRODUCTION ET DE L'EMPLOI DE LA VAPEUR, PAR MM. A. LENCAUCHEZ ET L. DURAND

MM. A. Lencauchez et Durand, dans un mémoire très étudié, présenté à la Société des Ingénieurs civils, ont communiqué les résultats très intéressants de l'étude qu'ils ont faite sur la production et l'emploi de la vapeur dans les locomotives.

Ces questions sont encore l'objet de nombreuses discussions, ce qui prouve que les essais faits jusqu'à présent, pour en déterminer les conditions économiques, n'ont pas encore réussi à résoudre ce problème, d'ailleurs très complexe. Le but des auteurs est de mettre en évidence un certain nombre d'observations, que, depuis plus de vingt ans, ils ont eu l'occasion de faire sur la production et sur l'emploi de la vapeur, principalement depuis 1882 jusqu'à ce jour, d'abord, avec la haute collaboration de M. Forquenot, puis de son successeur, M. Ernest Polonceau, vice-président de la Société des Ingénieurs civils, ingénieur en chef du matériel et de la traction au Chemin de fer d'Orléans. Ce travail constitue ainsi un ensemble de recherches, d'essais et d'observations faits à la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, durant ces dernières années, sur les locomotives.

Les auteurs examinent successivement les foyers et la combustion, la production de la vapeur et le réchauffage de l'eau, le séchage de la vapeur, puis les organes de distribution avec les dessins et la description détaillée des appareils. L'article qui suit, sur le réchauffage de l'eau, est un des chapitres importants du mémoire (1).

Réchauffeur d'eau d'alimentation. — L'eau est en moyenne à la température de 10 degrés dans les tenders des locomotives, on peut la porter à 100 degrés pour l'introduire ensuite dans la chaudière à la température de 96 à 98 degrés, en moyenne à 97 degrés.

(1) Extrait d'une communication faite par M. A. Lencauchez à la Société des Ingénieurs civils, *Bulletin* de juin 1890.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la chaudière, entre les pressions de 10 à 11 kilog. effectifs, la température de l'eau est en moyenne à 186 degrés, la chaleur totale de vaporisation est de 663 calories et l'eau entraînée en moyenne de 15 p. 100, le nombre total pratique de calories nécessaire pour former 1 kilog. de vapeur est donc de 667 calories.

L'économie ou l'augmentation de puissance due à l'alimentation à la température de 97 degrés à l'introduction de l'eau dans la chaudière est de 100 calories et l'économie rapportée au calorique dépensé pour la formation de 1 kilog. de vapeur utile est de :

$$\frac{100^{cal}}{667^{cal}} = 15 \text{ p. } 100 \text{ théoriquement.}$$

Examinons comment on peut réaliser pratiquement la plus grande partie de cette économie, en prenant le calorique nécessaire à cet effet à la vapeur d'échappement, sous les conditions ci-après qui doivent être remplies :

1° La soustraction d'une fraction de cette vapeur d'échappement, 1/5 en hiver et 1/6 en été, ne doit pas nuire au tirage.

2° La vapeur doit être purgée de ses matières grasses qui ont servi à lubrifier les cylindres, pistons et presse-étoupes.

3° L'eau froide qui arrive dans le réchauffeur ne doit pas pouvoir aller aux cylindres.

4° La pompe d'alimentation doit pouvoir bien fonctionner à 100 degrés.

5° L'air mis en liberté par le chauffage de l'eau à 100 degrés et soumis à l'ébullition doit pouvoir se dégager du réchauffeur sans perte de vapeur.

6° Quand un coup de pompe à eau froide fait un léger vide partiel de quelques centimètres d'eau, soit de un centimètre de mercure au plus, l'air extérieur ne doit pouvoir rentrer dans le réchauffeur, vu que la vapeur ultérieurement mettrait trop de temps pour l'en chasser, et alors l'eau d'alimentation ne serait plus chauffée, ou le serait très imparfaitement, c'est-à-dire à 50 ou 60 degrés.

Voici comment, à la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, le problème a été résolu, d'une façon tout à fait satisfaisante pour les locomotives à marchandises.

Conditions de fonctionnement des pompes. — A 100 degrés, la force élastique de vapeur d'eau fait équilibre à la pression atmosphérique, donc l'aspiration n'est pas possible sans une charge et pour cette raison on a placé le réchauffeur sur le corps cylindrique de la chaudière, afin d'avoir une charge d'eau chaude sur le clapet (dit d'aspiration) capable de le soulever et de donner brusquement à l'eau chaude une vitesse assez grande pour remplir le corps de pompe pendant la course rétrograde du piston plongeur. La charge d'eau chaude est de 2 mèt. et le diamètre du tuyau d'amenée d'eau chaude est de $0^m,100$: dans ces conditions, on a, à la vitesse de 40 kilomètres à l'heure pour la charge totale nécessaire pour assurer le bon fonctionnement de la pompe à eau chaude, $0^m,781$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, comme une course de piston s'accomplit dans 1/6 de seconde, nous avons pensé que l'inertie du liquide (qui trois fois est en mouvement et qui trois fois est en repos pendant la durée d'une seconde) pouvait, dans la pratique, modifier considérablement nos prévisions. En marche, à la vitesse de 40 à 42 kilomètres le niveau de l'eau chaude a donc été maintenu à une hauteur beaucoup plus grande au-dessus du niveau du clapet d'aspiration de la pompe à eau chaude, et encore, pour assurer le bon fonctionnement des pompes, faut-il que le rapport entre les volumes engendrés par les pompes à eau chaude et à eau froide soit comme 2 : 1 ; dans ces conditions, le service est pratiquement assuré, mais on remarquera que les tuyaux sont relativement de gros diamètres avec coudes de grands rayons, que tous les ajutages sont coniques pour donner le mouvement uniformément accéléré ou retardé, afin d'éviter autant que possible les pertes de force vive, que de plus, à chaque arrêt ou changement de direction, il y a un récipient régulateur à air, et qu'enfin la pompe à eau chaude engendre un volume double de celui qu'elle a à refouler, de sorte qu'elle est elle-même un récipient régulateur.

Comme on peut le voir, la perte de charge théorique peut être évaluée entre $0^m,781$ et $0^m,900$, mais, dans la pratique, elle varie entre $1^m,350$ et $1^m,500$, la charge réelle étant de 2 mèt. ; il y a donc toujours, dans les cas extrêmes, un excès de charge de $2 - 1,500 = 0^m,500$ d'eau, pour assurer le bon fonctionnement de la pompe à eau chaude.

Influence de la prise de vapeur d'échappement sur le tirage de la cheminée. — Le service de la pompe à eau chaude étant bien assuré, nous avons dû examiner si une diminution de 15 à 20 p. 100 du poids de la vapeur d'échappement, lancée dans la cheminée, pouvait réduire le tirage et diminuer la quantité de combustible brûlé dans l'unité de temps, d'où il s'en serait suivi une diminution de production de vapeur qui aurait limité l'augmentation due à l'alimentation à l'eau chaude; alors on aurait bien fait 15 p. 100 d'économie de combustible, mais la puissance de la machine serait restée invariable, de sorte qu'au prix d'une complication, on aurait fait une économie discutable sans augmentation de puissance. Mais il résulte de nos très nombreuses observations que, si le tirage est diminué de 15 à 20 p. 100 pour une même ouverture des valves de l'échappement variable, c'est parce que la vitesse d'écoulement de la vapeur à travers cet appareil est réduite de 15 à 20 p. 100. Pour avoir la même vitesse d'échappement, il faut donc réduire la section d'écoulement en serrant les valves de 15 à 20 p. 100, soit de deux crans sur onze; alors on a la même vitesse et la même pression sur les pistons à l'échappement, donc la résistance (très faible, il est vrai) au mouvement des pistons n'est pas augmentée, mais le poids, comme le volume de la vapeur qui passe par la cheminée, sont diminués de 15 à 20 p. 100, tout en produisant un tirage suffisant; nous avons reconnu, d'ailleurs,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que cette diminution de poids ne diminue pas le tirage dans les boîtes à fumée et à feu, en observant sensiblement les mêmes vides au manomètre à colonne d'eau et pour une même pression à l'échappement, la consommation de combustible est demeurée la même. Il faut, d'ailleurs, remarquer que le rapport entre la pression à l'échappement et le vide dans la boîte à fumée est pour les grands tirages comme $+ 5^m,000 : - 0^m,130$ ou comme $+ 38 : - 1$; avec un tel écart, il n'est pas surprenant qu'un quart ou un cinquième de vapeur en plus ou en moins n'ait aucun effet sur le tirage ou vide dans les boîtes à fumée et à feu. En service, il a été constaté que, pour une même dépense d'eau et de combustible, l'alimentation à l'eau chaude nous donnait une notable augmentation de puissance, surtout dans les longues rampes, sur lesquelles il faut alimenter d'une façon continue; on a remarqué aussi qu'il faut moins serrer l'échappement et que l'alimentation fait moins tomber la pression. Ainsi, sur la rampe d'Étampes, pour une même consommation, une augmentation de vitesse de 4 kilomètres sur 16 a été obtenue, grâce à une pression plus élevée de 1 à 2 kilogrammes.

Épuration de la vapeur de réchauffage. — La vapeur, avons-nous dit, doit être purgée des matières grasses de la lubrification. A cet effet, nous la faisons passer dans un appareil dit dégraisseur (fig. 1), qui est formé d'un cylindre ayant trois à quatre fois le diamètre du tuyau d'amenée de vapeur; celui-ci est un peu contracté à son débouché, qui se termine en dents de scie faisant égouttoir, afin que les globules d'eau grasse viennent s'amasser sous les pointes et soient lancées de haut en bas dans le double fond de l'appareil; puis la vapeur passe, en cheminant horizontalement à travers une série de quatre grilles cylindriques à barreaux évidés (demi-circulaire), en quinconce, qu'elle choque successivement dans leurs parties creuses; l'eau grasse passe au double fond, où il y a repos absolu pour la vapeur; ensuite la vapeur prend un mouvement à 90° et chemine verticalement de bas en haut, avec une vitesse 10 à 15 fois plus petite que celle avec laquelle elle est arrivée dans l'appareil; pour remonter, la vapeur rencontre encore deux larmiers qui retiennent l'eau de condensation due au refroidissement de l'appareil, en la forçant à passer au double fond.

Les eaux grasses de l'épuration de la vapeur nous embarrassaient : nous ne savions où les écouler, lorsque l'idée de les envoyer dans le cendrier nous vint à l'esprit. En effet, on ne saurait mieux les placer, car leur quantité est très notable, 300 litres par heure, ou 5 litres à la minute; ces eaux ont été mesurées au moyen d'un tuyau en caoutchouc les conduisant dans un récipient spécial placé sur la plate-forme.

Ces eaux grasses, en tombant dans le cendrier, sont chassées par le vent jusqu'au fond; elles mouillent les cendres, éteignent les escarbilles qui tombent rouges et rafraîchissent les barreaux de grilles; c'est le meilleur moyen de conserver ceux-ci, car alors les barreaux ne sont plus entre deux feux, le fond du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cendrier étant toujours abondamment mouillé, parce qu'il reçoit beaucoup plus d'eau qu'il n'en peut évaporer; l'excès d'eau coule sur la voie dès que la machine est en marche.

Appareil de sûreté du réchauffeur. — Le plus grand inconvénient possible du

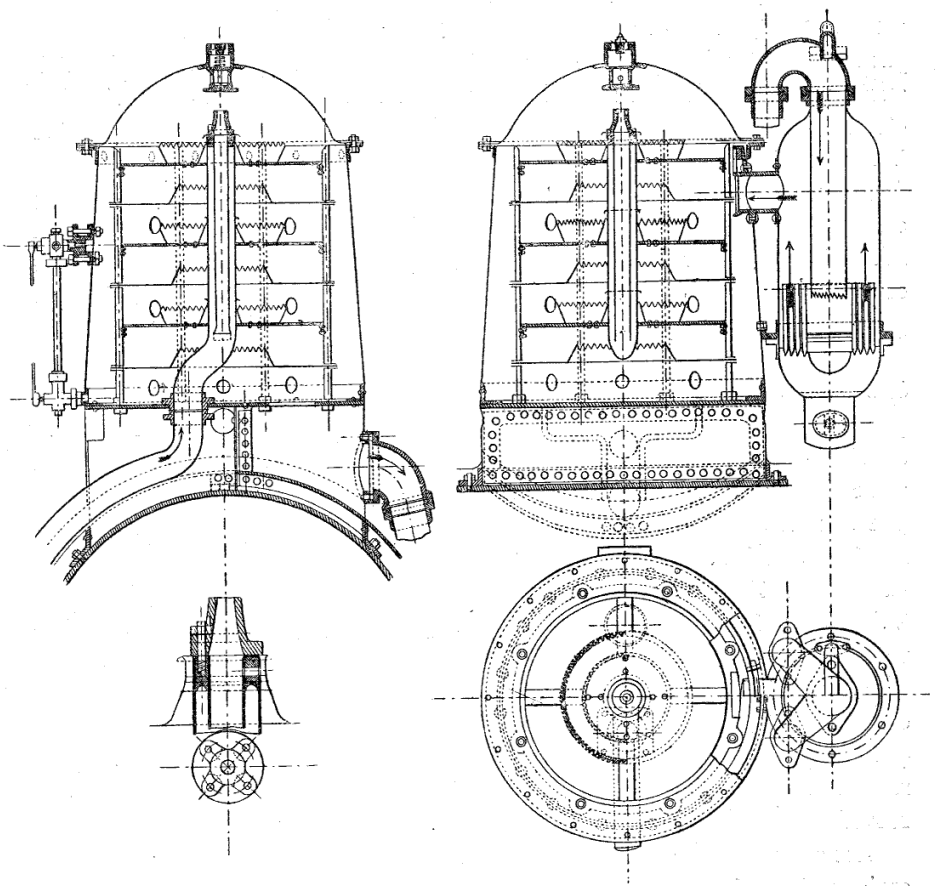


Fig. 1. — Appareil dégraisseur de l'eau d'alimentation.

système était l'arrêt de la pompe à eau chaude et, par suite de l'élévation du niveau dans le réchauffeur, l'introduction de l'eau dans les cylindres de la locomotive, le dôme du réchauffeur aurait pu lui-même être défoncé par les coups de pompe à eau froide, l'eau chaude n'en étant plus extraite; mais, ainsi qu'on peut le voir sur le dessin, la vapeur, pour pénétrer du dégraisseur dans le réchauffeur, est obligée de soulever un clapet en bronze, s'ouvrant du dehors en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dedans (fig. 1); par suite, l'introduction de l'eau dans les cylindres est impossible, si la pompe à eau chaude cesse de fonctionner; le réchauffeur se remplit d'eau et le clapet se ferme; mais, alors, une soupape de sûreté qui surmonte le fond supérieur sphérique du réchauffeur se lève et laisse un libre passage à l'eau sous la pression du refoulement de la pompe d'eau froide (fig. 1 et 2).

Ces soupape et clapet de sûreté ont toujours bien fonctionné sur 17 locomotives du chemin de fer d'Orléans, sans que depuis le 13 juin 1881 on ait eu le moindre accident à signaler.

Évent. — Lorsque l'on chauffe l'eau à la température de 100 degrés, sous la pression 760, elle dégage 7 p. 100 d'air dissous, qui à 100 degrés occupe un volume de 10 à 11 p. 100 en moyenne, de sorte que par 10 litres d'eau injectée au réchauffeur, il faut évacuer 1 litre d'air, sans quoi au bout de quelques minutes de marche, le réchauffeur serait plein d'air et la vapeur ne pourrait plus y affluer, l'eau en sortirait aussi froide qu'elle y serait entrée. Pour évacuer continuellement l'air du réchauffeur, nous avons percé d'un trou de 8 mill. de diamètre faisant évent la soupape de sûreté, mais cette soupape en bronze est fondue avec un siège pour un clapet sphérique en ébonite de 12 mill. de diamètre, ne donnant lieu qu'à une charge de 7 mill. d'eau, pour laisser libre passage à l'air avec un petit excès de vapeur. Cette sphère en ébonite est logée dans une petite chapelle, à quatre évents, vissée sur la soupape de sûreté (fig. 2).

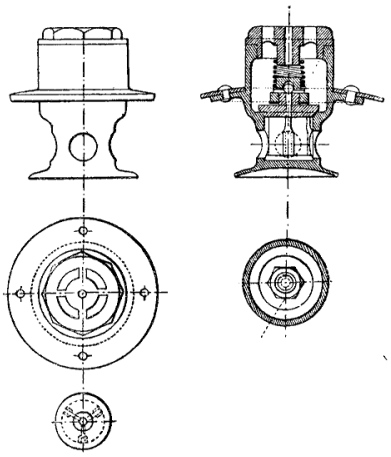


Fig. 2. — Soupape de sûreté.

La nécessité d'avoir recours au petit clapet sphérique en ébonite nous a été démontrée par un mauvais réchauffage, alors que l'air pouvait être aspiré dans le réchauffeur par une légère dépression due à un appel de condensation inférieur à la pression de la vapeur à l'échappement, c'est-à-dire quand l'échappement variable est ouvert en grand et quand on marche à petite vitesse avec de très faibles admissions. Sans le clapet en ébonite, l'air rentre en partie dans le réchauffeur et la température de l'eau d'alimentation de 97 à 101 degrés tombe à 50 et 60 degrés; au contraire, avec le clapet en ébonite, l'air ne pouvant plus pénétrer dans le réchauffeur, c'est une plus grande quantité de vapeur qui y est aspirée et la température de l'eau d'alimentation ne tombe pas à son arrivée à la chaudière au-dessous de 94 degrés.

Siphon. — Plus haut, nous avons fait remarquer tous les avantages de l'arrosage du cendrier avec les eaux grasses évacuées par le dégraisseur, mais au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

début de nos essais, en 1881 et 1882, nous remarquions que plus la vitesse était grande, moins la température de l'eau était élevée au réchauffeur, avec l'échappement détendu ; enfin, qu'à grande vitesse avec les machines à voyageurs, il n'y avait aucun réchauffage, l'eau sortait du réchauffeur presque à la même température qu'elle y était entrée. Des essais manométriques nous firent voir que, dans ce cas, la pression du vent dans le cendrier (où vient déboucher le tuyau d'évacuation d'eau grasse du dégraisseur) était très souvent supérieure à la pression de la vapeur d'échappement, alors une partie de l'air affluant sous la grille à la pression de 0,050 d'eau arrivait dans le dégraisseur. La vapeur ne pouvait donc plus se rendre au réchauffeur.

Pour faire disparaître cette introduction intempestive de l'air, nous avons recourbé le tuyau d'évacuation d'eau grasse, de façon à avoir un siphon de $0^m,400$ de hauteur avec évent assurant toujours une garde ou colonne d'eau de $0^m,380$ au minimum. Comme la pression de l'air ne dépasse jamais, avec les vents debout les plus violents, celle de $0^m,300$ de colonne d'eau, nous avons eu, à partir du jour où nous avons placé les siphons, l'assurance de ne plus jamais voir l'air pénétrer dans les réchauffeurs, et aussi, à partir de ce jour, l'eau d'alimentation a-t-elle toujours été chauffée régulièrement, à une température moyenne qui peut être évaluée à 97 degrés à son entrée dans la chaudière (1).

De la circulation de la vapeur autour des cylindres. — Le réchauffage des cylindres par le calorique pris directement à la chaudière a donné lieu à de nombreuses recherches et, à l'origine, on faisait circuler la vapeur autour des cylindres et de leurs fonds, avant de l'introduire dans les boîtes à tiroirs de distribution. Les partisans de cette disposition prétendaient réchauffer les cylindres pour empêcher la condensation intérieure ; les adversaires de ces idées répondaient qu'en voulant réchauffer ainsi les cylindres, on produisait de la condensation dans les enveloppes et que l'eau chaude qui en résultait passait ensuite en partie dans les cylindres moteurs ; il était donc sans intérêt de ne pas laisser cette eau chaude se former intérieurement, il y avait au contraire avantage à ne pas compliquer les machines en appliquant des enveloppes, puisque le résultat était le même ou à peu près.

La vérité est que l'enveloppe avec introduction de la vapeur contenant l'eau entraînée (à laquelle s'ajoute celle qui est due à la condensation dans l'enveloppe) dans le cylindre n'est que d'une faible utilité, mais cependant on en trouve une, qui est celle d'éviter en partie la condensation adhérente intérieure.

En effet, si des cylindres sont sans enveloppe, le métal prend une température que nous supposons être une moyenne entre les températures d'échap-

(1) Les tableaux joints à la fin du mémoire donnent les résultats pratiques obtenus à la Compagnie du chemin de fer d'Orléans. (*Annexe C.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pement et d'admission, soit, pour les locomotives, $\frac{106° + 180°}{2} = 143°$, nous admettons que les cylindres soient bien recouverts de corps isolants; alors, pendant l'admission à 9, 10 ou 11 kilogrammes, il y a condensation sur les parois intérieures à la façon de la rosée, cette condensation adhérente cesse de se déposer quand, par la détente, la pression est tombée à 3 ou 4 kilogrammes, correspondant à une température voisine de 143°. A partir de ce moment, le métal restitue du calorique et l'eau condensée se vaporise, surtout pendant la période d'échappement; dans le cas des grandes détentes, la température du métal tombe très probablement au-dessous de 143°, chiffre auquel nous nous sommes arrêtés pour fixer les idées.

Si les mêmes cylindres étaient à enveloppes de vapeur, ils conserveraient la température de la chaudière et il n'y aurait pas d'autre condensation que ;

1° Celle due à l'entraînement;

2° Celle due à la circulation dans l'enveloppe;

3° Celle due au travail même de la vapeur.

Car il ne se formerait pas sensiblement de rosée sur les parois qui seraient à la même température que la vapeur et même à une température supérieure de 1 à 2 degrés. Il n'y aurait donc pas de condensation adhérente. Or, avec les machines sans condensation, à grande vitesse, à faible détente, avec des pressions moyennes ne dépassant pas 6 à 7 kilogrammes, la quantité d'eau condensée sur les parois intérieures des cylindres, comparée aux trois autres sources de condensation spécifiées ci-dessus, est tellement petite qu'il est bien difficile en pratique industrielle de la chiffrer; on peut donc considérer comme inutile l'enveloppe de ces cylindres, mais on doit reconnaître que pour les machines à condensation et à grande détente, l'enveloppe dans les conditions ci-dessus est d'une notable utilité.

Certains inventeurs ont pensé à purger les enveloppes d'une façon continue, au moyen de divers appareils dits purgeurs automatiques, mais généralement la marche de ces appareils est des plus incertaines et l'eau chaude qu'ils évacuent à la température de la chaudière est la cause d'une perte considérable de calorique, car souvent avec cette eau passe une notable quantité de vapeur, ce qui fait qu'en pratique on considère la purge continue des enveloppes comme une cause de perte plus grande que le gain dû au réchauffage des cylindres, en d'autres termes, plus nuisible qu'utile.

D'autres inventeurs ont fait la purge continue au moyen d'une petite pompe spéciale (du type des pompes alimentaires) en refoulant continuellement l'eau chaude de purge dans la chaudière et à la température de celle-ci. Il y a bien là une petite amélioration, mais pas un remède radical, attendu que la vapeur qui passe dans l'enveloppe y chemine avec une trop grande vitesse pour déposer les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gouttelettes d'eau chaude qu'elle transporte; bien plus, elle balaye et chasse aux cylindres les globules de condensation qui se forment sur les parois extérieures de ceux-ci, de sorte que l'extraction faite par la pompe de purge ne représente qu'une partie très minime de l'eau que transporte la vapeur.

Enfin, d'autres encore ont pensé à la circulation indépendante avec extraction continue, au moyen de la pompe de purge comme ci-dessus et avec retour à la chaudière; dans ce cas, la vapeur motrice passe directement aux cylindres, et un tuyau de petit diamètre amène de la vapeur vive sous la pression de la chaudière dans les enveloppes; comme il n'y a pas de perte de charge sensible dans celles-ci, la pression est de 1/2 kilogramme et la température de 3 à 4 degrés supérieure aux températures des pressions à l'introduction; ici, les enveloppes deviennent de véritables vaporisateurs, comme tous les appareils de sucreries, distilleries, etc.; malheureusement, leur effet utile peut être annulé parce que la vapeur apporte avec elle de l'air qui, au bout de cinq à six minutes de marche, peut remplir les enveloppes; alors, la circulation cesse, celles-ci sont paralysées et rendues inutiles parce qu'elles sont remplies de l'air atmosphérique, dissous par l'eau, qui a été mis en liberté par l'ébullition.

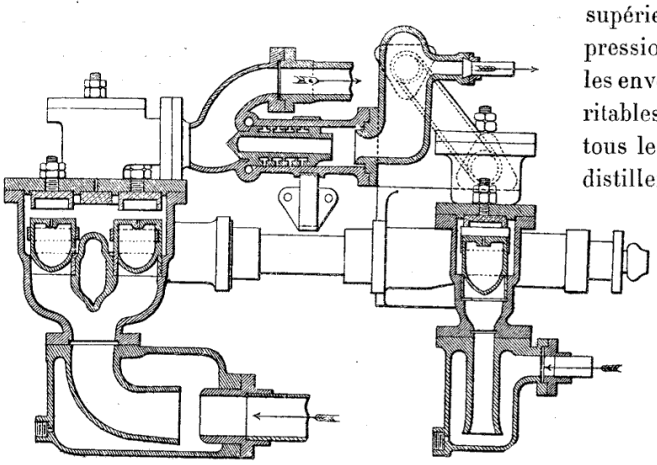


Fig. 3. — Pompe à piston plongeur à double effet.

Dans des études et recherches faites en collaboration avec MM. les Ingénieurs de la Compagnie d'Orléans, nous avons voulu avoir des enveloppes très actives et combiner les avantages de la circulation et du réchauffage au moyen des dispositions indiquées sur le dessin (voir le mémoire, annexé *C*).

Notre premier projet était conçu d'après les conditions ci-après :

1° La circulation était complètement indépendante.

2° L'introduction de la vapeur dans les enveloppes avait lieu au moyen d'un petit tiroir régulateur, ouvert avant celui qui donne la vapeur aux cylindres et disposé de telle façon que dès qu'il y avait mouvement, les enveloppes se trouvaient sous la pression de la chaudière, quels que soient les étranglements et pertes de charge que la vapeur pourrait subir pour passer de la chaudière dans les cylindres; on était sûr aussi d'avoir toujours la fonte des cylindres à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3, 5 et même 10 degrés de température au-dessus de celle que la vapeur peut avoir dès qu'elle commence à agir sur les pistons.

3° La purge se rendait dans l'un des corps d'une pompe à plongeurs et à double effet (fig. 3), pour de là se rendre dans la chaudière par un éjecteur condenseur (fig. 4).

4° La pompe alimentaire refoulant de l'eau à 94, 96 et 98 degrés, prise au réchauffeur, rencontrait l'eau chaude de purge à une température voisine de 180 degrés dans les pavillons de l'éjecteur; la purge se trouvant sensiblement à la même pression que la chaudière dans l'éjecteur, avec l'eau d'alimentation à 96 degrés, le mélange se trouvait vigoureusement refoulé par la pompe alimentaire à une vitesse de 10 mèt. par seconde, il y avait donc de ce fait une aspiration énergique : en d'autres termes, l'éjecteur était un injecteur Giffard alimenté d'eau à 96 degrés d'une part et d'eau et de vapeur à 180 degrés d'autre part, forcées au besoin par des pompes et dont le travail devait être nul ou très peu considérable en marche normale.

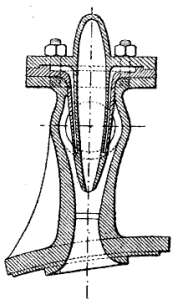


Fig. 4. — Éjecteur condenseur.

5° Un piston régulateur (fig. 3), commun aux deux pompes, alimentaire et de purge, tout en les laissant à simple effet d'aspiration, les mettait à double effet de refoulement, car la pompe alimentaire refoulait dans l'éjecteur, et aussi sur le piston régulateur, celui-ci repoussé refoulait aussi dans l'éjecteur où les deux courants s'aspiraient mutuellement; le volume engendré par le piston régulateur était moitié de celui engendré par le piston de la pompe alimentaire, donc seulement la moitié du refoulement de celle-ci passait à l'éjecteur et de là au rabat d'eau (fig. 5), placé dans la chaudière. Mais quand le piston de la pompe alimentaire aspirait celui de la pompe de purge refoulait un mélange d'eau et de vapeur, qui repoussait à son tour le piston régulateur et lui faisait restituer la moitié du refoulement primitif qu'il a absorbé, c'était donc le mouvement alternatif du piston régulateur qui produisait le double effet dans chacun des tuyaux de refoulement des pompes de purge et alimentaires. Cette disposition a dû être adoptée, à la suite d'une précédente disposition où le mélange des eaux de purge et d'alimentation se faisait sur les pompes où se trouvait monté l'éjecteur, le tuyau commun de refoulement qui conduisait le mélange dudit éjecteur à la chaudière s'entartrait très rapidement. La nouvelle disposition que nous avons installée sur cinq locomotives n'a donné lieu à aucune incrustation. Le rabat d'eau (fig. 26), en forçant les sels incrustants à cheminer le long du corps cylindrique au moment de leur formation, s'oppose parfaitement bien aux dépôts de tartre sur les tubes vaporisateurs. A 180 degrés les sels sont insolubles et s'écoulent sans adhérer, à l'état boueux, et sans production de tartre sur les tubes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6° Ces enveloppes devaient être fondues en fonte douce recuite et porter des glaces rapportées en fonte dure trempée pour les tiroirs de distribution.

Ce programme, pour diverses raisons, fut modifié, en vue de le simplifier :

1° La circulation complètement indépendante fut ajournée, afin de n'avoir qu'un seul tuyau d'amenée de vapeur sur les cylindres, et on fit les prises de vapeur pour la circulation dans les enveloppes, dans les boîtes à tiroirs de distribution.

2° Pour éviter de rapporter des glaces en fonte trempée, on fit les enveloppes en fonte très dure, comme pour tous les autres cylindres de la Compagnie d'Orléans.

Cette modification aux prévisions premières a été très préjudiciable à l'expérimentation, car les cylindres se sont tous fendus sans exception, en laissant la vapeur fuir de tous les côtés, et c'est avec beaucoup de peine que nous avons pu faire des essais comparatifs.

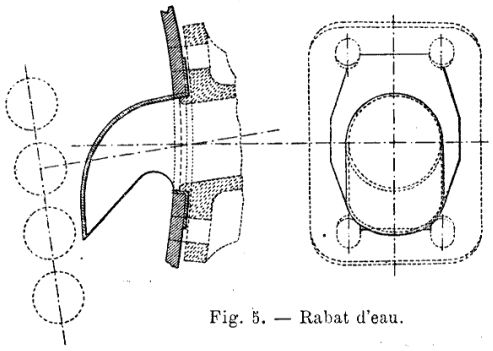


Fig. 5. — Rabat d'eau.

D'un autre côté, il y a lieu de faire les remarques suivantes. Pendant la marche avec le régulateur ouvert en grand, on ne constatait dans les pompes, sur les clapets de refoulement, que des pressions variant entre — 0,5 kilog. et + 0,5 kilog. au-dessous et au-dessus de celle de la chaudière; cela était parfait, car on n'entendait même plus le moindre bruit du battement des clapets; mais il n'en était plus de même quand on fermait partiellement le régulateur de prise de vapeur à la chaudière, car, si, par exemple, la pression était à 10 kilog. dans la chaudière et seulement à 5 kilog. dans les boîtes à tiroirs, soit également à 5 kilog. dans les enveloppes, la pompe de purge cessait de fonctionner régulièrement, elle comprimait la vapeur sans pouvoir soulever le clapet de refoulement, et le corps de pompe recevait de l'eau chaude à 5 kilog. et à 158 degrés; au bout de huit à dix coups de piston, se trouvant bien plein, il se produisait un formidable coup de piston faisant marteau d'eau par suite de l'inertie du clapet de refoulement et de la colonne d'eau, qui le surmontait sous la pression de la chaudière. A la vitesse de 75 à 85 kilomètres à l'heure, les coups de marteau d'eau donnaient des pressions de 75, 85, 100, 120 et même 130 atmosphères mesurées au manomètre spécial pour presse hydraulique.

Sous de pareils chocs, il est impossible de tenir les joints, et les tuyaux de refoulement, quoique renforcés, se sont crevés.

Dans nos essais nous avons constaté que l'intensité des chocs est proportion-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nelle au carré des vitesses, plus à la pression dans la chaudière, c'est-à-dire que, pour une même vitesse à 10 kilogrammes de pression à la chaudière, l'intensité des chocs est double de ce qu'elle est à 5 kilogrammes.

Comme conclusion, nous dirons que l'essai fait sur dix locomotives, au chemin de fer d'Orléans, a démontré :

1° Qu'avec des fontes dures il est impossible de faire tenir une enveloppe de cylindre;

2° Qu'avec des abaissements de pressions au-dessous de celle de la chaudière, il est aussi impossible d'assurer pratiquement le service des pompes alimentaires et de purge, qui se brisent ou brisent les joints et les tuyaux.

S'ensuit-il que cet essai puisse faire condamner l'usage des enveloppes pour les locomotives? Nous ne le croyons pas, et voici pourquoi :

Les diagrammes ont nettement accusé, pour une même introduction, une augmentation de travail; la courbe est relevée notablement vers la fin de la course, et l'augmentation de surface de diagramme a été de 2,75 p. 100 sur une machine, et de 3,50 p. 100 sur une autre, pour des introductions moyennes à 20 p. 100.

L'économie d'eau dépensée entre Paris et Orléans et *vice versa* pour un même travail, dans les mêmes conditions de charge avec un même nombre de voitures et pour des conditions atmosphériques identiques, a toujours été de 5 p. 100. Cette eau a été rétrogradée à la chaudière à la température de 180 degrés. Donc l'économie de calorique a été de $\frac{180° - 15°}{660 - 15} = 25$ p. 100 par kilogramme d'eau de condensation, 15° étant la température de l'eau au tender; mais comme nous n'avons que 0,05 d'eau rétrogradée, l'économie réelle se réduit à

$$0{,}25 \times 0{,}05 = 1{,}25 \text{ p. } 100.$$

La pression dans tous nos essais a varié entre 9 et 10,500 kilogrammes.

Or, dans des essais faits au frein sur une machine fixe à enveloppe de vapeur et sans condensation, nous avons obtenu une économie de 5 p. 100 de combustible avec une pression de 6 kilog., une admission à 20 p. 100 et avec une distribution à détente Farcot. Il est donc probable que si on avait pu compter exactemeet la dépense de combustible sur les locomotives d'Orléans, on aurait trouvé une économie de $\left(\frac{2{,}75 + 3{,}50}{2}\right) + 1{,}25 = 4{,}37$ p. 100.

Enfin, nous ferons remarquer qu'avec M. de Quillacq, sur les machines Sulzer de la Ville de Paris, nous avons obtenu en eau montée le cheval-vapeur heure avec une dépense de 1,030 kilog. de houille à 6 p. 100 de cendre, soit avec une économie bien constatée de $\frac{1}{12}$ ou de 8 p. 100 sur la marche même avec circula-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion, mais sans l'extraction continue au moyen de la pompe à double effet que nous venons de faire connaître plus haut.

Ces machines de la ville de Paris marchent sous pression de 5 à 5 kilog. avec admission moyenne au $\frac{1}{10}$; bien entendu, comme toutes les machines de ce type, elles sont à condensation.

Dans ces derniers essais, on pouvait à volonté, avec la même machine (afin de la comparer à elle-même), marcher facultativement avec ou sans circulation de vapeur dans les enveloppes, au moyen d'un jeu de robinets disposés à cet effet. La totalité de la vapeur traversant l'enveloppe se rendait dans les boîtes à clapets de distribution.

On est donc en droit de supposer qu'avec la nouvelle distribution de la Compagnie d'Orléans (que nous ferons connaître plus loin et qui permet l'emploi de très hautes pressions et des détentes très prolongées) que l'enveloppe de vapeur avec circulation active, avec extraction continue et complètement indépendante, pourrait réaliser en bonne pratique industrielle, sur les locomotives, une notable économie ou une augmentation de puissance correspondante.

Avant de terminer ce chapitre, nous ferons remarquer qu'au moyen de l'éjecteur placé sur la chaudière, l'eau à 96 degrés est portée brusquement à 180 degrés et 183 degrés; elle absorbe donc un courant de purge $180 - 96 = 84$ calories par kilogramme d'eau d'alimentation; or, 84 calories sur 645 représentent donc $\frac{84}{645} = 13$ p. 100, donc 13 p. 100 du volume total de la vapeur produite par la chaudière traversent les enveloppes à grande vitesse, pour être retournés à ladite chaudière sans aucune déperdition. Ce volume considérable balaye par sa grande vitesse, dans les enveloppes, toute l'eau et tout l'air qui, sans cela, pourraient s'y accumuler; c'est pour ceci qu'au chemin de fer d'Orléans on appelle les anciennes enveloppes, enveloppes dormantes ou inactives, et les nouvelles, enveloppes actives.

Enfin, les expériences de la Compagnie d'Orléans (1) ont bien nettement démontré que les pompes à eau chaude bien construites peuvent fonctionner jusqu'à la vitesse de 220 tours de roues par minute, soit de 80 kilomètres à l'heure. A cette vitesse, la pompe alimentaire à eau chaude à 94, 96, 98 degrés a encore une marche assurée; mais, pour peu que l'on serre l'échappement et que la température monte à 102 degrés, elle lâche et l'alimentation cesse. Or, comme souvent les nécessités du service font qu'il faut dépasser la vitesse de 80 kilomètres, M. Ernest Polonceau, ingénieur en chef, a décidé de supprimer l'alimentation à l'eau chaude pour les machines à voyageurs, mais de la conserver et de lui donner de l'exten-

(1) Voir, pour les détails, l'annexe C.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion pour les machines à marchandises, où les pompes ont toujours donné de bons résultats.

Donc, on pourrait espérer réaliser sur les machines locomotives l'économie ou l'augmentation de puissance de 16 p. 100 au moins, dont : 12 p. 100 par l'alimentation à l'eau chaude, et 4 p. 100 par la circulation de la vapeur dans des enveloppes actives, mais il faudrait, pour cela, établir la circulation complètement indépendante, des enveloppes en fonte douce recuite, des glaces en fonte trempée rapportées et un système de pompes spéciales indépendantes du mouvement de la locomotive, soit des pompes à vapeur à action directe, pouvant faire l'alimentation maxima sans dépasser la vitesse de 180 à 200 coups de piston par minute. Malheureusement, les locomotives sont déjà devenues si compliquées qu'on recule devant des complications nouvelles; et généralement les frottements ou l'entretien des organes ajoutés absorbent le plus clair du bénéfice espéré; mais il faut bien dire cependant que, sans complication, il n'est pas possible de produire de résultats économiques, et il y a lieu de se demander, en présence des recherches actuelles faites avec les machines compound à 3 et à 4 cylindres, s'il ne serait pas préférable de suivre d'abord la voie que nous venons d'indiquer et celle que nous essaierons dans les autres.

ARTS CHIMIQUES

LE GAZ D'ÉCLAIRAGE, PAR LE PROFESSEUR VIVIAN B. LEWES (1)

L'éclairage produit par la combustion des substances gazeuses, bien que datant d'un siècle à peine, a fait de tels progrès depuis dix ans surtout que son étude sollicite l'attention du monde scientifique.

Les flammes des gaz sont tantôt lumineuses, tantôt dénuées de pouvoir éclairant; il est donc très important de bien fixer les causes qui influent sur l'éclat de la flamme, afin de connaître les conditions dans lesquelles les gaz doivent être brûlés pour donner le maximum de lumière.

Lorsqu'un gaz combustible jaillit dans l'air, sa combustion s'effectue dans une région voisine de la surface de rencontre du gaz et de l'air; la flamme doit donc contenir : une zone centrale où l'absence d'air empêche la combustion, une zone intermédiaire où a lieu en partie la combustion par suite de l'accès d'une petite quantité d'air; une zone d'enveloppe formée par une flamme sombre dans laquelle l'excès d'air détruit presque entièrement la lumière; enfin un espace compris entre la flamme proprement dite et le bord du brûleur.

En 1817, sir Humphry Davy attribuait l'éclat des flammes à l'incandescence du carbone combiné; cette théorie fut généralement admise jusqu'au moment où

(1) Society of Arts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le Dr Frankland démontra que d'autres causes peuvent agir sur la production de la lumière. On a observé récemment que l'une des plus importantes est l'élévation de température.

La théorie de Davy a été critiquée par F.-J. Rowan en 1889 ; cette critique a été reproduite à plusieurs reprises; il est donc intéressant de discuter avant d'aller plus loin une question aussi importante pour l'industrie.

Frankland s'était aperçu que le noir de fumée déposé sur une paroi froide par une flamme éclairante n'est pas du carbone pur, mais qu'il contient en outre de l'hydrogène que l'on ne peut enlever que par l'action prolongée du chlore à chaud. Il s'aperçut aussi que beaucoup de flammes éclatantes ne contiennent pas de particules solides : ainsi l'arsenic brûle dans l'oxygène avec une vive lumière et cependant, à cette température, ce corps est gazeux ainsi que le résultat de la combustion. D'un autre côté, les flammes de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone peuvent être rendues éclairantes si l'on porte la pression à 10 atmosphères. Ces expériences ne prouvent pas, il est vrai, que les particules incandescentes de carbone ne causent pas *principalement*, ainsi que l'avait dit Davy, l'éclat lumineux de la flamme; elles démontrent que plus grande est la densité des vapeurs contenues dans la flamme, plus celle-ci est éclatante.

En 1874, les expériences spectroscopiques de Soret, ainsi que celles de Burch, faites sur la flamme de divers hydrogènes carbonés, n'ont pu déceler dans ces flammes la présence de particules solides.

Stein, en examinant les critiques de Frankland, montra que le noir de fumée provenant d'une flamme de bougie écrasée par une surface froide contient 99 p. 100 de carbone et seulement 0,9 d'hydrogène; de plus, ce dépôt ne saurait être un carbure très condensé, car il ne peut être volatilisé à aucune température.

Landolt analysa les gaz extraits de divers points d'une flamme de gaz provenant de la distillation de la houille, qui s'élevait à une hauteur de trois pouces et demi (9 centimètres), et trouva les résultats suivants :

	HAUTEUR EN POUCES AU-DESSUS DU BRULEUR.					
	0	0,39	0,79	11,8	1,58	1,97
Hydrogène	22,66	14,93	15,49	15,54	14,50	11,95
Gaz des marais	33,77	30,20	28,34	22,55	11,92	3,64
Oxyde de carbone	7,34	14,07	14,05	14,58	22,24	35,14
Bicarbure d'hydrogène	7,29	7,49	7,87	7,94	7,05	5,45
Oxygène	0,66	0,78	0,47	»	»	»
Azote	29,41	38,66	140,78	184,23	270,45	307,10
Acide carbonique	1,94	2,34	10,11	14,98	23,76	32,34
Vapeur d'eau	8,34	11,60	38,85	52,55	72,67	75,61

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On en conclut d'abord que l'hydrogène brûle le premier; quant à l'oxyde de carbone, sa lenteur de combustion provient de ce qu'il se forme plus vite qu'il ne brûle, à cause de la combustion incomplète du gaz des marais, de sorte que sa quantité augmente tant que le gaz des marais brûle activement, c'est-à-dire jusqu'à une hauteur de 1 pouce et demi; au delà, sa combustion devient très rapide.

Un fait très important à noter, c'est qu'à cette hauteur de 1 pouce et demi il se produit une subite augmentation dans la proportion d'oxyde de carbone; en ce point les divers carbures éclairants commencent à disparaître, de sorte que ce résultat est certainement dû à l'action du carbone, jusque-là combiné, sur l'acide carbonique.

En résumé, les divers carbures sont décomposés par la chaleur en gaz des marais et carbone, et il semble bien que ce sont les particules très fines de carbone qui produisent principalement l'éclat de la flamme. Le gaz des marais, en se transformant en acide carbonique et eau, contribue aussi notablement à rendre la flamme éclairante.

On supposait alors que lorsqu'un mélange d'air et de gaz carburé brûle à l'air libre, l'absence d'éclat lumineux provenait de l'action rapide de l'oxygène qui déterminait l'oxydation immédiate et complète des carbures sans laisser au carbone la possibilité de se séparer. Des recherches récentes ont montré la fausseté de cette explication. Le défaut de lumière est plutôt dû à l'action diluante de l'air qui abaisse la température de la flamme, il suffit de chauffer l'air avant de le mêler au gaz pour rendre à la flamme tout son éclat; de même le chlore introduit en petite quantité dans le gaz alimentant la flamme incolore d'un bec Bunsen lui communique aussitôt l'éclat lumineux.

Il est évident que les mêmes hydrocarbures existent, soit dans une flamme lumineuse, soit dans une flamme incolore, et l'on obtient une flamme lumineuse lorsque la chaleur ou quelque autre cause favorise le dégagement du carbone avant la combustion complète des hydrocarbures.

On a prétendu que si cette théorie était vraie, l'introduction artificielle dans une flamme sombre de particules de charbon devrait lui donner de l'éclat, tandis que l'on n'obtient qu'une nuée d'étincelles : cette objection n'est pas sérieuse, car, quelle que soit la finesse du charbon divisé, il n'approche pas du carbone à l'état pour ainsi dire moléculaire qui se sépare des hydrocarbures, et brûle aussitôt qu'il est porté à l'incandescence.

L'enveloppe lumineuse de la flamme éclairante n'est pas également transparente; elle l'est d'autant moins, que la couche de flamme est plus épaisse et que le nombre des particules dont elle est chargée est plus grand. Si l'on place une flamme incolore d'hydrogène dans la vapeur de bichlorure de chrôme, il se produit de l'oxyde de chrôme et la flamme renferme incontestablement des particules solides; cependant elle reste incolore

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les flammes éclairantes exposées au soleil projettent en général des ombres caractéristiques, il faut en excepter les flammes produites par des vapeurs ou gaz surchauffés qui sont transparentes. Ce fait prouve bien que les flammes éclairantes contiennent des matières solides très divisées qui ne peuvent être que du carbone, car aucune autre substance ne resterait ainsi à l'état solide, à une température aussi élevée.

La théorie de Davy paraît donc exacte, mais il faut remarquer en outre que l'intensité de la lumière dépend de la composition du gaz : ainsi le gaz des marais ajoute beaucoup à l'éclat de la flamme, l'oxyde de carbone au contraire diminue cet éclat. Cette question est évidemment d'une importance majeure pour les fabricants de gaz d'éclairage.

Enfin, dans l'évaluation de la quantité de lumière que l'on peut obtenir d'une flamme, il ne faut pas perdre de vue la question de la température ; mais l'influence de cet important facteur sera étudiée en même temps que les dispositions des brûleurs qui doivent être employés pour la combustion du gaz.

L'éclat d'une flamme s'accroît avec la pression du milieu dans lequel elle brûle. Ce fait, signalé en 1658 par Boyle, a été confirmé depuis par Frankland. Une variation de un pouce dans la colonne barométrique fait varier de 5 p. 100 l'intensité de la flamme. Ainsi, un brûleur qui fournirait cent unités de lumière pour une pression barométrique de 30 pouces n'en donnera plus que 95 si la pression s'abaisse à 29 pouces.

Les matières éclairantes contenues dans un échantillon de gaz dépendent :

Du charbon employé ;

De la température de sa distillation ;

Du temps pendant lequel le gaz séjourne dans la cornue ou reste en contact avec les liquides provenant de la distillation.

1° *Influence du charbon employé.* — G. Davy entreprit en 1885 plusieurs expériences à ce point de vue sur diverses sortes de gaz d'hydrocarbures. Il fit passer pendant longtemps un courant de gaz d'éclairage déterminé dans de l'huile d'olive, cette dernière se chargeait ainsi des vapeurs hydrocarburées lourdes auparavant contenues dans le gaz. Il vérifia alors que le pouvoir éclairant était descendu de 19 à 8 bougies ; d'autre part, en recueillant les hydrocarbures arrêtés par l'huile, il constata que la portion distillant au-dessous de 80 degrés formait 2 p. 100 de leur poids total.

Un gaz très carburé, dont le pouvoir éclairant était de 27 bougies, perdit 8 bougies en passant dans l'huile : les hydrocarbures recueillis étaient très différents des précédents, car 29,9 p. 100 de leur poids distillait au-dessous de 80 degrés, 12 p. 100 au-dessus de 23 degrés. Cette deuxième portion était vraisemblablement formée en grande partie de crotonylène.

2° *Température à laquelle s'effectue la distillation.* — Le volume du gaz pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duit augmente en même temps que s'élève la température à laquelle s'effectue la distillation, mais en même temps la valeur du gaz diminue considérablement.

M. Lewis T. Wright, en distillant un même charbon à différentes températures, a obtenu les résultats suivants dans la mesure du volume du gaz produit et de son pouvoir éclairant :

TEMPÉRATURE.	GAZ PAR TONNE.	POUVOIR ÉCLAIRANT.	NOMBRE TOTAL DE BOUGIES par tonne.
I. Rouge sombre.	8,250	20,3	33 950
II. Plus élevée.	9,693	17,8	34 510
III. Plus élevée.	10,821	16,7	36 140
IV. Orange clair	12,006	15,6	37 460

La composition du gaz dans la première, la deuxième et la quatrième expérience était la suivante :

	I	II	IV
Hydrogène.	38,09	43,77	48,02
Gaz des marais.	48,72	34,50	30,70
Oléfines	7,55	5,83	4,51
Oxyde de carbone.	8,72	12,50	13,96
Azote	2,92	5,40	2,81

L'analyse n° III a été perdue, mais on peut affirmer, à l'examen du pouvoir éclairant, que la composition de ce gaz tient le milieu entre celles des gaz des expériences II et IV.

En résumé, lorsque la température s'élève, les hydrocarbures de la série des oléfines et gaz des marais, se décomposent graduellement avec dépôt de carbone et mise en liberté d'hydrogène dont la proportion augmente rapidement avec l'élévation de la température.

3° *Durée du séjour du gaz dans la cornue et du contact du gaz avec les liquides de la distillation.* — Une fois produit, le gaz ne devrait pas rester dans la cornue à cause de la décomposition ci-dessus étudiée des hydrogènes carbonés. D'autre part, si le gaz reste en contact avec les produits goudronneux de la distillation, ces goudrons pourront absorber une quantité considérable d'hydrocarbures au détriment du pouvoir éclairant. Il est donc avantageux de séparer le gaz des goudrons avant que ces derniers aient eu le temps de se refroidir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'analyse des gaz hydrocarburés, telle qu'on la pratique partout, est basée sur l'absorption présumée des hydrocarbures condensés qui produisent le pouvoir éclairant par l'acide sulfurique, le chlore ou le brome. Ce n'est cependant pas exact et M. Wright a démontré que le gaz de houille traité par l'acide sulfurique conserve encore 32 à 35 p. 100 de son pouvoir éclairant primitif : ce fait est dû en grande partie à la présence des carbures de la série des paraffines qui ont résisté à l'acide sulfurique et dont il est impossible de découvrir la présence avec les méthodes analytiques en usage.

Étant donné un volume de gaz d'éclairage mesuré à l'eudiomètre, le procédé généralement employé pour l'analyser comprend les opérations suivantes :

1° Absorber l'hydrogène sulfuré par le bioxyde de manganèse et l'acide phosphorique;

2° Absorber l'acide carbonique par la potasse;

3° Absorber l'oxygène par le pyrogallate d'ammoniaque;

4° Absorber les matières éclairantes par le peroxyde de soufre dissous dans l'acide sulfurique de Nordhausen, en lavant ensuite le résidu à la potasse pour le débarrasser de toute trace de soufre provenant de l'acide employé;

5° Enfin absorber l'oxyde de carbone pour le chlorure de cuivre.

Ce procédé demande un temps fort long et ne donne que des résultats fort incertains; le professeur Mac-Leod qui l'a cependant perfectionné et simplifié en modifiant l'appareil de Frankland-Ward; cet appareil, bien qu'amélioré encore par M. Thomas, est très volumineux et d'une trop longue manipulation; une analyse industrielle, en effet, pour être pratique, ne doit pas durer plus de deux heures.

L'appareil de Stead vint ensuite; outre les avantages provenant de l'emploi du mercure, il présentait des dispositions heureuses pour faciliter les déplacements du gaz soumis à l'analyse. Enfin l'exactitude fut encore sacrifiée davantage à la rapidité dans la burette de Orset Meucke et Hempsel, dans laquelle l'erreur provenant de l'emploi de l'eau, au lieu de mercure, est rachetée, autant que possible, par la grande quantité de gaz sur laquelle on opère.

L'extrême difficulté que l'on rencontre lorsqu'on cherche à obtenir une analyse exacte du gaz de houille, a suggéré à divers chimistes l'idée de modifier les méthodes en usage. Le dernier procédé qui ait été mis en pratique consiste :

1° A éliminer les matières éclairantes par l'alcool rectifié;

2° Absorber l'acide carbonique par la potasse;

3° Absorber l'oxygène par le pyrogallate de potasse;

4° Absorber l'oxyde de carbone par le chlorure de cuivre;

5° Absorber l'hydrogène par une solution alcaline de permanganate de potasse;

6° Puis recueillir le résidu gazeux, formène et azote.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut objecter à cette méthode que l'alcool n'absorbe pas seulement les matières éclairantes, mais une très grande proportion, soit 50 p. 100 de formène, et cela très rapidement ; qu'après le lavage à l'eau nécessaire pour enlever les vapeurs d'alcool, il n'est pas possible d'obtenir un dosage exact d'acide carbonique, car la plus grande partie de ce gaz a été dissoute dans l'eau ; enfin, que d'après mes propres expériences, on ne peut se fier à l'action du permanganate alcalin comme absorbant de l'hydrogène.

Voici les résultats que j'ai obtenus en expérimentant divers procédés d'analyse sur des mélanges de carbures d'hydrogène purs.

Deux appareils de Stead sont placés bout à bout et remplis, l'un, d'eau distillée saturée d'air, l'autre de mercure purifié. Le gaz soumis à l'analyse est amené dans l'une des éprouvettes à eau de l'appareil afin d'être saturé d'humidité et de là dans l'eudiomètre à mercure, où on mesure son volume ; il passe enfin sur des fragments de soude où il perd l'acide carbonique qu'il peut contenir, puis il est conduit dans l'autre appareil. L'oxygène du mélange gazeux est alors absorbé par le pyrogallate de soude : il est très important que ce réactif soit fraîchement préparé, sans quoi il dégagerait de l'oxyde de carbone ; il faut aussi qu'il soit suffisamment concentré, on emploiera par exemple 25 grammes d'acide pyrogallique, 50 grammes de soude et 200 grammes d'eau.

Après l'absorption de l'oyygène, le gaz est ramené dans l'eudiomètre et l'on mesure son volume sur l'eau.

Il ne reste plus qu'à doser les hydrocarbures relativement lourds. La benzine est celui d'entre eux qui influe le plus sur le pouvoir éclairant : aussi serait-il très important d'avoir un moyen de séparer ce corps des différents carbures de la série ethylénique, malheureusement ce n'est pas possible et l'on doit se contenter de résultats approximatifs.

La meilleure méthode consiste à traiter le gaz par de l'eau fortement chargée de brome, puis à absorber le brome en excès dans le mélange gazeux en le faisant passer sur des fragments de soude. Les carbures que l'on élimine ainsi sont considérés comme appartenant à la série ethylénique. On absorbe ensuite la benzine en faisant agir sur le gaz des vapeurs d'acide nitrique ou d'acide de Nordhausen concentré et l'on se débarrasse de l'excès de vapeurs acides par le passage du résidu gazeux dans un tube contenant des fragments de soude.

On dose l'oxyde de carbone par le chlorure de cuivre ammoniacal. Une même solution de ce réactif ne doit pas servir plus de six fois s'il s'agit de dosage de gaz ordinaire, et plus de trois fois, si l'on dose des gaz d'eau carburés. Après avoir mesuré le volume du mélange gazeux restant, on le fait passer sur de l'huile paraffinée chaude et l'on absorbe ainsi l'éthane, le propane et une grande partie du méthane.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On ajoute au résidu lavé de l'oxygène, on détermine l'explosion et on pèse l'acide carbonique produit; on calcule alors en méthane un volume gazeux qui, ajouté à celui que l'huile paraffinée a absorbé, donne le volume total des carbures appartenant à la série forménique.

On forme un mélange détonant avec un nouveau volume du gaz à analyser et de l'oxygène en excès. Après l'explosion on élimine l'acide carbonique par la soude, l'oxygène par le pyrogallate et l'on a comme résidu l'azote contenu dans le gaz : l'hydrogène est déterminé par différence.

L'analyse du gaz de la Compagnie South Metropolitan, faite par cette méthode, a donné les résultats suivants :

Hydrogène		47,9
Matières éclairantes (45,6 p. 100)	Éthylène	3,5
	Benzine	0,9
	Méthane par la paraffine	7,9
	Méthane par l'explosion	33,3
Oxyde de carbone		6,0
Acide carbonique		»
Oxygène		0,5
Azote		»
TOTAL		100,0

Il ne faut pas regarder comme exact les chiffres relatifs aux divers hydrocarbures qui sont indiqués comme constituant les matières éclairantes du gaz considéré, mais cette répartition grossière donne une idée plus claire des propriétés caractéristiques du gaz que les analyses prétentieuses et non moins erronées, sur les résultats desquelles nous avons été jusqu'à présent habitués à discuter.

Le but de ces analyses est de satisfaire à une nécessité industrielle de plus en plus impérieuse, en permettant de distinguer les divers produits gazeux destinés à l'éclairage : gaz riches en goudron, gaz d'huile, gaz additionné de gaz d'eau fortement carburé.

D'après Frankland et Thorne, les pouvoirs éclairants des différents hydrocarbures qui entrent dans le gaz d'éclairage seraient pour 5 pieds cubes et par heure :

Méthane	5,2
Ethane	35,7
Propane	56,7
Ethylène	70,0
Benzine	420,0
Toluène	741,0
Naphtaline	990,9

Les tableaux suivants indiquent l'effet de divers diluants sur le pouvoir éclai-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rant de l'éthylène. Le pouvoir éclairant de l'éthylène pur a été trouvé égal à 68,5 bougies pour 5 pieds cubes et par heure :

1° Diluants combustibles.

NATURE du DILUANT.	PROPORTION D'ÉTHYLÈNE p. 100.	PROPORTION du DILUANT p. 100.	POUVOIR ÉCLAIRANT EN BOUGIES par mètre cube et par heure.
Hydrogène.	77,55	22,45	475
	68,39	31,61	428
	53,58	46,42	341
	35,47	64,53	268
	26,08	73,92	198
	13,37	86,63	58
	10,00	90,00	0
Oxyde de carbone.	81,65	18,35	481
	67,75	32,25	416
	46,30	53,70	288
	37,94	62,06	222
	28,73	71,27	115
	23,89	76,11	57
	20,00	80,00	0,00
Méthane.	85,67	14,33	504
	69,09	30,91	416
	57,74	42,26	351
	35,90	64,10	299
	13,00	87,00	167
	7,87	92,13	153

Ces chiffres montrent que lorsque les hydrocarbures ne sont pas en quantité considérable, le méthane doit être préféré à l'hydrogène comme diluant, surtout si la température de la combustion est élevée, car le méthane devient alors lui-même faiblement lumineux, probablement parce qu'il donne naissance dans ces conditions à de l'acétylène.

L'oxyde de carbone est le plus mauvais des diluants : si l'on ajoute 80 p. 100 de ce gaz à de l'éthylène, la flamme du mélange est sans éclat, tandis que, pour arriver au même résultat avec l'hydrogène, il faudrait au moins 90 p. 100 de ce dernier gaz.

L'influence des diluants incombustibles sur le pouvoir éclairant des flammes d'hydrocarbures a été évalué comme il suit :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Diluants non combustibles.

DILUANT.	ÉTHYLÈNE (POUR 100).	DILUANT (POUR 100).	BOUGIES par MÈTRE CUBE de gaz.
Acide carbonique.	93,68	6,32	480
	90,59	9,41	450
	89,03	10,97	435
	81,73	18,27	372
	70,75	29,25	290
	64,14	35,85	231
	52,94	47,06	128
	45,61	54,39	65
	40,00	60,00	0
Azote	84,69	15,31	15
	71,12	28,88	344
	59,93	40,07	258
	47,08	59,92	181
	36,24	63,76	103
	28,81	71,19	63
Oxygène.	82,57	17,43	617
	80,67	19,33	630
	75,51	24,49	645
	68,50	31,50	620
	60,69	39,31	explosion.
Air	79,68	20,32	474
	67,15	32,85	398
	55,92	44,08	324
	42,69	57,31	233
	33,91	66,09	141
	22,31	77,69	5,3
	13,31	86,69	explosion.

Si l'éthylène contient 2 p. 100 d'humidité, proportion correspondant à la saturation du gaz de houille à 20°C. et à la pression de 760 millimètres, le pouvoir éclairant se trouve réduit de 3,6 p. 100; la même humidité dans le gaz réduit son pouvoir éclairant de 3,3 p. 100.

De tous ces diluants, l'acide carbonique est le plus nuisible, et l'air atmosphérique le plus inoffensif.

Wurtz a aussi déterminé la perte de lumière que l'addition de l'air occasionne au gaz de houille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'addition d'oxygène aux gaz riches augmente leur pouvoir éclairant jusqu'à un certain maximum. La température de la flamme est augmentée par suite de la combustion de l'hydrogène des carbures et le carbone est rendu incandescent sans que la flamme soit pour ainsi dire diluée dans l'azote, comme cela arrive lorsqu'on ajoute de l'air :

AIR AJOUTÉ AU GAZ.	DIMINUTION DU POUVOIR ÉCLAIRANT.
3,00	15,69
4,96	23,83
11,71	41,46
16,18	57,53
25,00	84,00

L effet des gaz tels que l'hydrogène, le gaz des marais, l'oxyde de carbone, est de délayer la flamme en séparant les molécules des hydrocarbures; la décomposition de ces corps est rendue plus difficile. Ces diluants, ainsi que l'air, l'acide carbonique, la vapeur d'eau refroidissent aussi la flamme.

Rosette a déterminé la température d'une flamme de gaz diluée par l'air, l'azote et l'acide carbonique. Il a trouvé que la température est moins élevée avec l'acide carbonique très élevée au contraire avec l'air. Ces résultats concordent avec ceux des déterminations faites par le Dr Frankland sur le pouvoir éclairant des mélanges gazeux.

Le gaz d'éclairage ordinaire peut être fabriqué à un prix relativement modéré; mais si l'on veut augmenter son pouvoir éclairant, les frais s'élèvent pour chaque bougie dans des proportions énormes : aussi plusieurs inventeurs ont-ils cherché un moyen d'augmenter économiquement la richesse initiale du gaz. Jusqu'à présent, ce résultat s'obtenait en ajoutant dans les cornues du charbon très bitumineux au charbon ordinaire, mais cela augmente considérablement la dépense. D'ailleurs, le charbon bitumineux a augmenté de prix très rapidement, et il est difficile de s'en procurer de bonne qualité.

Les méthodes proposées successivement pour remplacer ce charbon peuvent être classées comme il suit :

1° Carburation du gaz pauvre, en l'imprégnant de carbures volatils;

2° Carburation du gaz par les vapeurs et gaz permanents préparés en même temps que le gaz par décomposition du goudron;

3° Mélange du gaz de houille avec les produits de décomposition de l'huile minérale brute par la chaleur;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° Mélange du gaz de houille et du gaz d'eau préalablement enrichi par divers hydrocarbures.

Le premier essai de carburation est dû à M. Lowe en 1832. Son système consiste dans l'emploi d'une sorte de gazomètre, dont le liquide est composé d'hydrocarbures légers. Le gaz pauvre, en barbotant, s'enrichit d'une certaine quantité de vapeurs. On rencontra, dans l'application de cette méthode, des difficultés inattendues : la plus grande attention était nécessaire pour maintenir constant le niveau du liquide, l'appareil et les tuyaux s'encrassaient facilement, après ce traitement, le pouvoir éclairant du gaz diminuait rapidement avec le temps, enfin le procédé n'était pas économique.

En 1865, des expériences furent reprises sur une grande échelle. Le Dr Letheby signala l'influence de la qualité du pétrole employé et montra que, bien que le naphte léger, ayant un point d'ébullition peu élevé, donne au gaz une quantité importante de vapeurs carburées, le pouvoir éclairant reste très faible, tandis que le pétrole lourd, bouillant à une température élevée, même employé en petite quantité, donne un pouvoir éclairant considérable. Le tableau suivant résume les expériences faites sur un gaz de houille carburé à l'aide de naphte de densités différentes (p. 583).

De l'examen de ce tableau il ressort clairement que si l'on pouvait obtenir à un prix raisonnable un hydrocarbure liquide lourd, ayant un point d'ébullition moyennement élevé, mais pouvant s'évaporer assez rapidement, ce serait celui qu'il conviendrait d'employer, le résultat obtenu serait bien meilleur, et la quantité nécessaire beaucoup plus petite que si l'on se servait d'un carbure plus léger.

A ce propos, il est utile de remarquer que la facilité avec laquelle un carbure s'évapore ne dépend pas uniquement de la densité et du point d'ébullition, bien que celui-ci ait plus d'influence que celle-là. C'est simplement une question de tension de vapeurs.

Au point de vue qui nous occupe, il est donc plus important de connaître la variation de la tension de vapeur d'un carbure que sa densité ou son point d'ébullition.

Jusqu'en 1878, la meilleure méthode de carburation est celle de l'*Albo-Carbon Company*. Elle consiste dans la vaporisation de la naphtaline placée dans un récipient à proximité du bec. Une petite plaque métallique exposée à la chaleur de la flamme se prolonge jusqu'au contact de la naphtaline et sert à volatiliser le carbure qui se mélange au gaz qui traverse le récipient.

Ce procédé a donné entière satisfaction : il accroît de 60 p. 100 le pouvoir éclairant et conduit à une réelle économie. On ne peut lui reprocher que la sujétion qu'entraîne l'obligation de garnir de naphtaline chaque semaine les récipients. Ce détail seul suffit à empêcher la généralisation de ce système, car les raisons d'économie ne sont pas ordinairement à la portée du personnel chargé de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'entretien des habitations. Pour qu'un procédé de carburation soit efficace, il faut qu'il soit appliqué au gaz avant sa distribution.

3° Hydrocarbures employés pour la carburation d'un gaz de houille.

DENSITÉ.	POINTS D'ÉBULLITION.	NOMBRE DE GRAMMES par mètre cube de gaz.	ACCROISSEMENT POUR 100. DU POUVOIR ÉCLAIRANT	
			total.	par gramme et par mètre cube.
	degrés.			
698	63	4,62	33,9	7,0
676	40	7,90	62,1	7,9
869	102	2,56	40,8	14,8
827	115	1,50	21,7	15,0
808	117	1,41	21,0	15,8
852	128	0,87	14,2	16,3
869	107	2,11	34,9	16,8
869	103	2,72	46,8	17,3
816	119	0,77	14,4	18,5
856	114	1,01	18,9	18,8
814	105	1,61	33,5	20,8
865	124	0,76	15,8	20,9
845	90	2,76	65,3	23,8
874	119	1,11	26,7	24,3
879	93	2,19	53,2	24,5
870	129	0,65	15,7	24,6
862	121	0,76	20,4	27,0
848	97	2,35	68,4	29,3
861	117	0,53	18,8	35,6
875	110	1,59	60,8	38,5

La faculté que possède un gaz de se charger de vapeurs carburées, ou, si l'on veut, son pouvoir entraînant, dépend de sa constitution, si l'on prend pour unité le pouvoir entraînant de l'air; pour le gaz ordinaire, il est de 1,5 et de 3,5 pour l'hydrogène.

G. Davy fit passer un volume considérable de gaz à 17 bougies sur de la benzine pure. Lorsque les quatre cinquièmes de ce liquide fut absorbé, il constata que le reste avait un point d'ébullition plus élevé que celui de la benzine par suite du mélange de toluène et autres corps analogues déposés par le gaz pendant son passage. Ce fait semble indiquer que le gaz exerce une sorte de choix parmi les hydrocarbures liquides et qu'abandonnant les moins volatils, il tend à s'assimiler ceux qui bouillent à une plus basse température. L'amélioration d'un gaz est donc limitée. Un gaz enrichi de vapeurs carburées tend à les abandonner sous l'influence du froid ou de la pression. A 13 atmosphères 1/2 un gaz perdit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

17 p. 100 de son pouvoir éclairant en déposant 5 onces par 1 000 pieds cubes d'un liquide de densité égale à 0,870 constitué en majeure partie de benzine et de toluène.

Maxim et Clark ont imaginé récemment un appareil très ingénieux pour améliorer le gaz avant sa distribution; avec leur méthode on échappe en grande partie aux inconvénients des anciens procédés.

Il a été dit plus haut que lorsqu'un gaz passe sur un mélange complexe de carbures, la portion la plus volatile est d'abord absorbée, et vers la fin de l'opération l'absorption est de plus en plus réduite. Cela n'aurait pas d'inconvénient, si tout le gaz se rendait ensuite dans un seul gazomètre : en masse, il pourrait avoir un bon pouvoir éclairant.

Le procédé Maxim-Clark produit ce résultat, en outre il permet d'enrichir le gaz employé dans les grands ateliers en chargeant chacune des portions du gaz qui traverse l'appareil de la part d'hydrocarbures qui lui est nécessaire, sans laisser aux premières portions la faculté d'exercer leur choix en s'assimilant les principes les plus volatils.

Pour les petites installations, l'appareil se compose d'un récipient cylindrique en cuivre contenant de la gazoline à niveau constant. La vapeur d'eau circule à l'extérieur dans une double enveloppe. La gazoline ainsi volatilisée passe entre des lames disposées en chicane, parvient au sommet de la cornue et se rend dans un régulateur automatique, puis dans un petit gazomètre à mercure dans lequel passe le gaz à enrichir. Ce gazomètre mobile sur son axe vertical entraîne dans son mouvement une tige cannelée à sa partie inférieure qui sert à régler l'admission de la gazoline; de sorte que si le gaz ne passe pas, l'orifice est fermé; si le gaz pénètre dans le régulateur, il le soulève et donne accès à la gazoline en quantité d'autant plus grande qu'il passe plus de gaz.

Il a été reconnu qu'il est inutile d'enrichir à plus de 40 bougies un gaz dont le pouvoir éclairant est de 16 bougies. La gazoline employée est un extrait léger de pétrole dont la densité est environ 0,650. Le pouvoir éclairant d'un gaz de 16 bougies, enrichi par ce procédé, augmente d'une bougie, par pinte de gazoline et par 1 000 pieds cubes.

Cette disposition est insuffisante pour une grande production. Dans ce cas, l'appareil Maxim-Clark fonctionne d'une manière différente. Il prend une certaine quantité de gaz au réservoir principal, l'enrichit et le rend à ce dernier où il se mélange à la masse totale. Ce système, employé au *South Metropolitan gas company*, a donné des résultats très avantageux.

Actuellement la dépense nécessaire pour enrichir un gaz à 17 bougies par l'emploi du charbon bitumineux est de 0 fr. 25; le même résultat obtenu avec la gazoline ne coûterait que 0 fr. 175.

Les nombreux essais qui ont été faits pour employer le goudron à la produc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duction ou à l'amélioration du gaz d'éclairage n'ont eu jusqu'à présent aucun succès.

Deux méthodes se présentent : distiller le goudron à la manière ordinaire en le décomposant en carbures gazeux, ou le réduire en vapeurs que l'on fait passer ensuite dans des appareils surchauffeurs.

Dans le premier système, si l'on chauffe à une température assez peu élevée pour obtenir un gaz ayant un bon pouvoir éclairant, les tuyaux s'encrassent et s'obstruent rapidement. On a essayé de chauffer d'abord le goudron à basse température en utilisant seulement la portion distillée, mais alors la main-d'œuvre et les frais deviennent exagérés.

L'emploi des surchauffeurs présente d'ailleurs les inconvénients déjà signalés pour la distillation de la naphtaline.

G. Davy montra que la houille produit 0,7 de son poids de goudron. Si on le distille, ce goudron donne 0,42 de son poids de produits relativement fixes et 0,28 d'une huile dont un litre peut se transformer en 226 litres d'un gaz de 50 bougies.

Il en déduit qu'une tonne de houille ordinaire peut donner 296 mètres cubes d'un gaz de 18 bougies au lieu de 283 mètres cubes d'un gaz de 17 bougies, ce qui représente l'utilisation actuelle de la houille employée à produire le gaz d'éclairage.

Les essais les plus heureux qui aient été entrepris pour utiliser les produits liquides de la distillation de la houille sont sans contredit ceux de Dinsmore.

A côté de chaque série de 6 cornues à gaz, on place une septième cornue vide par laquelle doit passer tout le gaz produit par les six cornues. Cette cornue supplémentaire est chauffée au rouge clair à l'entrée et au rouge sombre à la sortie. Cette différence de température est importante, car si la chaleur était uniforme dans toute la cornue, le pouvoir éclairant du gaz diminuerait. Le goudron obtenu par ce procédé ne représente que les deux tiers de la quantité produite par les procédés ordinaires. Il est de plus très pauvre en huile légère et en phénol

L'analyse du gaz de Dinsmore donne les résultats suivants :

Acide carbonique	0,23
Matières éclairantes	6,76
Oxyde de carbone	8,10
Méthane	40,34
Hydrogène	43,98
Azote	0,59
	100,00
Densité	0,428
Pouvoir éclairant	22,3

Par la méthode ordinaire, on obtient 50 litres par tonne de houille ; ce procédé n'en donne que 32. En comparant les analyses de ces goudrons, on reconnaît

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les quatre gallons qui font la différence sont formés en majeure partie d'huile légère, qui, en se décomposant, détermine l'augmentation de pouvoir éclairant du gaz.

Il reste à examiner la troisième méthode employée pour enrichir le gaz par la décomposition directe des huiles brutes. Ces huiles sont injectées dans la cornue sous la pression de 6 kilos et demi environ, de manière à tomber goutte à goutte sur le coke rouge. Il se forme ainsi du gaz d'huile qui se mêle au gaz de houille.

M. Lewis T. Wright a étudié des échantillons de gaz pris aux différentes phases d'une opération de distillation d'une durée totale de six heures. Les résultats qu'il a obtenus sont les suivants :

	TEMPS ÉCOULÉ DEPUIS LE COMMENCEMENT DE LA DISTILLATION.			
	10 minutes.	1h30	3h25	5h35
Hydrogène sulfuré.	1,30	1,42	0,49	0,11
Acide carbonique	2,21	2,09	1,49	1,50
Hydrogène	20,10	38,33	52,68	67,12
Oxyde de carbone.	6,19	5,68	6,21	6,12
Gaz des marais	57,38	44,03	33,54	22,58
Carbures éclairants	10,62	5,98	3,04	1,79
Azote.	2,20	2,47	2,55	0,78

Ces résultats donnent une idée assez juste des changements qui s'effectuent dans la composition du gaz pendant la distillation de la houille.

Si l'on voulait enrichir ce gaz par injection d'huiles lourdes ou de paraffine dans la cornue, il faudrait se garder de le faire pendant les deux premières heures de l'opération, car le gaz produit est riche et ne saurait entraîner une grande quantité d'hydrocarbures. Au bout de trois heures, les parties les plus volatiles du charbon ont distillé, et la température de la cornue atteint son maximum : c'est le moment d'alimenter la cornue d'huiles lourdes.

En résumé, il est imprudent de fabriquer une grande quantité de gaz maigre, avec l'idée de l'améliorer en le mélangeant de gaz riche dans le gazomètre. La vitesse de la diffusion de ces gaz est alors inversement proportionnelle à la racine carrée de leur densité. Si le gaz pauvre est très léger et le gaz carburé très lourd, le mélange s'effectuera assez rapidement ; mais si le gaz léger a une densité de 0,422, par exemple, et le gaz lourd une densité de 0,516, la différence sera trop petite. Les gaz n'auront qu'une faible tendance à se mélanger, et le contenu des gazomètres se composera des gaz primitifs en couches superposées très légèrement diffusées sur une faible épaisseur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Gaz d'eau. — Découvert par Fontana en 1780, le gaz d'eau a été l'objet de nombreux travaux et d'un grand nombre de brevets en Angleterre, en France et en Amérique.

Les travaux de Siemens en 1856 ont déterminé le développement de cette industrie qui s'est progressivement accrue dans les États-Unis surtout pendant les dix dernières années et qui, après être ainsi entrée, grâce aux Américains, définitivement dans la pratique, a été reprise ensuite dans son berceau d'origine, l'Europe occidentale.

Lorsqu'un jet de vapeur est lancé sur du charbon au rouge, il se passe une réaction complexe qui peut être considérée comme produisant un mélange formé surtout d'hydrogène et d'oxyde de carbone, gaz inflammable, mais brûlant sans éclat. Outre ces gaz, on trouve encore de l'acide carbonique, de l'azote, du formène, de l'hydrogène sulfuré et un peu d'oxygène.

La nature du charbon influe sur la composition du gaz d'eau avec de l'anthracite dense par exemple : la température peut être assez élevée pour que l'acide carbonique ne puisse se produire. L'hydrogène sulfuré est dû à la présence du soufre dans le coke. L'azote vient de la fabrication elle-même : le coke est d'abord porté à l'incandescence par une soufflerie, l'air fournit au générateur une quantité notable d'azote qui s'introduit dans le gazomètre avec les premières portions du gaz.

Le gaz d'eau est par lui-même dénué de pouvoir éclairant.

Les procédés de fabrication peuvent être rangés en deux catégories ;

1° Procédés à fonctionnement continu ;

2° Procédés à fonctionnement intermittent dans lesquels l'action du jet de vapeur qui refroidit le coke est suivie de l'action d'une soufflerie qui ramène ce dernier à l'incandescence.

Parmi les générateurs à fonctionnement continu il faut citer celui de Meeze. Un jet de vapeur surchauffée, mélangée d'hydrocarbures, réagit dans une cornue en briques réfractaires. Quelques-uns des hydrocarbures lourds sont entièrement décomposés et la vapeur d'eau au contact du carbone libre produit du gaz d'eau qui entraîne avec lui les hydrocarbures inférieurs qui se sont produits en même temps. On obtient ainsi un gaz riche, qui peut servir à améliorer du gaz ordinaire.

Ce procédé, bien que mis à l'essai sur une grande échelle, n'a pas donné de bons résultats, parce qu'il n'est pas économique et parce que les cornues s'obstruent facilement.

Le système à fonctionnement intermittent le plus généralement employé en Amérique est celui de Lowe.

L'appareil se compose d'un générateur en briques réfractaires où le coke est porté au rouge au moyen d'une soufflerie. Les produits de la combustion sont di-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rigés dans des surchauffeurs, mais auparavant ils sont additionnés d'une certaine quantité d'air qui détermine leur combustion. Lorsque le coke et les surchauffeurs sont à une température convenable, les soufflets sont arrêtés et la vapeur d'eau est injectée. Le gaz d'eau formé rencontre, dans le premier surchauffeur appelé *carburateur*, l'huile destinée à l'enrichir; il entraîne les carbures formés dans les surchauffeurs suivants où ils sont fixés à l'état gazeux.

L'appareil Springer ne diffère du précédent que par des détails de construction.

La disposition de l'appareil Loomis permet de faire monter l'air à travers le coke, tandis que la vapeur d'eau traverse en descendant la masse du combustible.

On obtient ainsi une meilleure utilisation de la chaleur du coke et une réduction plus complète de l'acide carbonique.

L'appareil Flannery n'est qu'une légère modification de l'appareil Lowe.

Le procédé Van Steenbergh diffère des précédents en ce que la couche supérieure du combustible sert elle-même de surchauffeur, ce qui réduit l'appareil à la forme la plus simple. Cet avantage est en partie compensé par l'impossibilité d'employer dans ce générateur des huiles brutes d'une grande densité, ce que l'on peut faire dans les systèmes à surchauffeurs extérieurs. Il faut remarquer que cet inconvénient est moins grave qu'il ne paraît au premier abord, car les huiles légères employées à l'amélioration d'un gaz reviennent par bougie à meilleur marché que les huiles lourdes; de plus, elles évitent la formation de goudrons qui encrassent et obstruent les tuyaux et les appareils de purification.

L'économie que l'on rencontre dans l'emploi des huiles légères tient à ce qu'il faut chauffer les huiles brutes pour les convertir en gaz, à une température beaucoup plus élevée et les meilleures matières éclairantes sont détruites dans ces conditions. Si l'on chauffait moins fort, la masse de vapeurs condensables que l'on produirait amènerait de graves désordres dans la tuyauterie.

Voici les résultats des observations faites sur une opération :

Gaz produit.		246 mètres cubes.
Temps employé	à souffler le coke.	1 heure.
	à fabriquer le gaz.	50 minutes.
Combustible	coke de gaz.	122 kil. soit 1/2 kil. pour 1 mètre cube.
	naphte (D. = 0,709).	154 litres soit 43 litres pour 1 mètre cube.
Pouvoir éclairant.		21,9 bougies.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Composition du gaz.

Hydrogène	46,75
Oléfines	7,59
Ethane	6,82
Méthane	11,27
Oxyde de carbone	11,65
Acide carbonique	0,50
Oxygène	0,17
Azote	8,25
	100,00

Les résultats seraient encore meilleurs si l'on opérait d'une manière continue sur de grandes quantités, car on a remarqué une plus grande économie dans la consommation de naphte à mesure que l'appareil s'échauffe. L'huile coule dans le générateur par son propre poids et pénètre dans la moitié de l'épaisseur de la couche du combustible; elle est alors réduite en vapeurs et entraînée en sens inverse par le jet de vapeur et le gaz d'eau produit; les couches supérieures du charbon jouent le rôle de réchauffeur et fixent les hydrocarbures à l'état gazeux. Les huiles trop lourdes ne peuvent être employées parce qu'elles coulent dans le foyer et ne se changent qu'en partie en produits gazeux.

L'avantage le plus précieux que présente ce procédé consiste dans la rapidité avec laquelle le gaz se produit. D'après Leicester Greville, on peut fabriquer 2450 mètres cubes en vingt-quatre heures, on pourrait même sans doute aller jusqu'à 2800 mètres cubes. Cette rapidité dans la production, vraiment remarquable, eu égard aux dimensions réduites de l'appareil, permettrait à une usine de faire face aux besoins accidentels les plus considérables, sans être obligée d'emmagasiner d'avance le gaz dans d'énormes gazomètres qui coûtent si cher et qui occupent tant de place.

Une objection sérieuse qui s'adresse au gaz d'eau en général, est le danger que peut présenter son emploi à cause de sa teneur en oxyde de carbone, gaz éminemment toxique. Cependant, quand on examine les statistiques, on est frappé du petit nombre de cas d'accidents venant de ce fait, ce qui est d'autant plus remarquable que la proportion d'oxyde de carbone suffisante pour donner la mort est très faible. On peut expliquer dans une certaine mesure cette rareté des intoxications dans les localités où l'on emploie le gaz d'eau en supposant un bec de gaz ouvert sans brûler dans une chambre de grandeur moyenne : on peut calculer alors que, même avec une aération imparfaite, la proportion d'oxyde de carbone ne peut s'élever à plus de 0,1 pour 100.

Il faut remarquer que l'on ne considère le gaz d'eau que comme améliorant et non comme devant être consommé directement. On s'en servira par exemple

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour porter à 17 bougies et demi le pouvoir éclairant d'un gaz de 16 bougies, en ajoutant, par exemple, 25 pour 100 d'un gaz d'eau de 22 bougies. Alors, si le premier gaz contient comme le gaz de Londres 5 pour 100 d'oxyde de carbone, si le gaz d'eau est préparé dans l'appareil Van Steenbergh et s'il contient par conséquent 18 pour 100 du gaz toxique, le mélange amélioré aura 8,5 pour 100 d'oxyde de carbone. Cette proportion est celle que présentent les gaz riches en carbures, tel que celui de Glascow. Cependant le nombre des accidents d'intoxication par le gaz d'éclairage n'est pas plus grand dans cette ville qu'ailleurs.

Le gaz d'eau enrichi est aussi désagréable comme odeur que le gaz de houille, ce qui permet de découvrir immédiatement une fuite. En somme, les objections que l'on fait à l'emploi du gaz d'eau en se fondant sur la toxicité de l'oxyde de carbone qu'il contient sont aussi futiles que les raisonnements du même genre que l'on opposait au commencement de ce siècle à l'emploi du gaz de houille.

Les réactions chimiques qui se produisent dans le générateur Van Steenbergh sont plus complexes que celles que l'on observe dans les appareils du type Lowe, mais aussi ces derniers donnent un gaz moins satisfaisant.

Le tableau suivant permet de comparer la composition de ces divers gaz :

	GAZ LOWE.	GAZ VAN STEENBERGH.
Hydrogène	27,14	46,75
Gaz des marais	25,35	11,27
Oxyde de carbone	26,84	18,65
Matières éclairantes	14,63	7,59
Ethane	»	6,82
Acide carbonique	3,02	0,50
Oxygène	0,15	0,17
Azote	2,87	8,25
	100,00	100,00

L'hydrogène est beaucoup plus abondant dans le gaz Van Steenbergh que dans le gaz fabriqué dans les appareils du genre Lowe ; le gaz des marais, au contraire, est en quantité plus faible ; cela tient à la décomposition des carbures qui s'effectue plus complètement à la température du rouge cerise dans la couche de coke de l'appareil Van Steenbergh que dans le générateur Lowe, où ces corps sont portés pendant un temps beaucoup plus long à une température bien moins élevée. Le gaz Van Steenbergh contient moins d'oxyde de carbone, car l'action réciproque de l'oxyde de carbone et du gaz des marais sur le coke rouge donne de l'acétylène qui s'ajoute aux matières éclairantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La décomposition du pétrole russe étant exothermique, le coke s'échauffe de plus en plus : on observe ordinairement, au début de l'opération, le coke rouge cerise, près de la grille, et rouge sombre dans les couches supérieures ; tandis qu'au bout d'un certain temps, ce sont les couches inférieures qui sont sombres plus haut, le coke est rouge cerise. On obtient ainsi naturellement dans l'appareil Van Steenbergh l'effet que produit le ventilateur dans les générateurs Springer et Loomis.

Les pétroles russe et américain sont si différents, qu'il y avait lieu d'établir la comparaison entre les gaz qu'ils servent à fabriquer. Dans ce but, on a décomposé une même quantité de ces deux sortes de pétrole en la faisant passer dans un tube en fer rempli de coke, chauffé au rouge cerise. La mesure et l'analyse des gaz produits ont donné les résultats suivants :

ANALYSE.	PÉTROLE AMÉRICAIN.	PÉTROLE RUSSE.
Mètres cubes de gaz par hectolitre de pétrole	450	650
Hydrogène	26,0	45,3
Ethane	41,6	22,3
Méthane	12,5	13,9
Oléfines	14,1	11,6
Oxyde de carbone	3,3	3,5
Acide carbonique	1,7	2,3
Oxygène	0,8	1,1
Azote	»	»
	100,00	100,00

Si l'huile russe est un peu moins riche en matières éclairantes, elle rachète ce défaut par le volume plus considérable de gaz qu'elle donne : elle paraît aussi avoir produit plus de dépôt charbonneux.

On voit donc que 44 litres de pétrole américain traités dans le générateur donnera un gaz d'éclairage contenant 100 mètres cubes de gaz carburé dont la composition sera voisine de celle qui est indiquée dans le tableau précédent, le reste sera du gaz d'eau.

En admettant cette proportion, on peut calculer la composition de ce gaz d'éclairage ; on trouve ainsi les résultats dans le tableau suivant (p. 592).

L'analyse accuse beaucoup moins d'oxyde de carbone que le calcul ne l'indique, cela tient à la réaction ultérieure de cet oxyde sur certains hydrocarbures en présence de coke au rouge ; ce fait donne au générateur Van Steenbergh une grande supériorité sur les autres appareils à surchauffeurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	CALCUL.	ANALYSE.
Hydrogène	47,09	42,09
Méthane	5,48	11,27
Oléfines	2,53	7,59
Ethane	2,17	6,32
Oxyde de carbone	30,07	18,65
Acide carbonique	3,78	2,32
Oxygène	0,56	0,17
Azote	7,17	8,25
Hydrogène sulfure	1,15	2,84
	100,00	100,00

Les préoccupations du directeur d'une usine à gaz doivent se porter plutôt sur le prix de revient du gaz obtenu avec tel procédé que sur les réactions chimiques qui s'effectuent pendant la fabrication. C'est ce point de vue économique que nous allons maintenant examiner.

Pour faire face à toutes les exigences d'un grand service, le gaz distribué doit avoir un pouvoir éclairant de 17,5 bougies. On peut admettre qu'un gaz à 16 bougies comme le gaz de Londres revient à 4 fr. 45 les 100 mètres cubes dans le gazomètre. Il s'agit d'évaluer la dépense nécessaire pour l'amener à 17,5 bougies.

En employant le charbon bitumineux, la dépense est de 0 fr. 26 par bougie, en sorte que pour enrichir le gaz d'une bougie et demie on dépensera pour 100 mètres cubes 1 fr. 40.

Dans l'emploi des vapeurs de gazoline par le procédé Maxim Clark, on dépense 0 fr. 175 pour une amélioration d'une bougie, pour 1,5 bougie on devra dépenser 0 fr. 262.

Nous n'avons aucun renseignement sur le prix de revient par le procédé Dinsmore.

En se servant de pétrole russe qui peut s'obtenir à Londres, à raison de 6fr,65 l'hectolitre, les propriétaires du système Springer garantissent une amélioration de 12 bougies pour 10 litres d'huile et pour 62 mètres cubes. Pour produire un gaz à 22 bougies, il faudrait donc 18 litres d'huile, la quantité de coke nécessaire étant d'environ 18 kilos, on peut évaluer ainsi la dépense :

	fr. c.
Pétrole	1,25
Coke	0,30
Travail et fabrication	0,20
Charge de l'appareil	0,10
	1,85

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on mélange 0,25 de gaz à 22 bougies à 0,75 de gaz à 16 bougies, on obtiendra les 17,5 bougies demandées et la dépense sera de 1 fr. 40. L'amélioration reviendra donc à 0 fr. 15.

Par le procédé Lowe, un litre du même pétrole permet d'enrichir le gaz de 8,5 bougies : la dépense serait donc un peu plus forte, toutes choses égales d'ailleurs.

Avec le générateur Van Steenbergh, l'huile à employer et la consommation du combustible sont différentes : 100 litres de l'huile la plus légère donnent 247 mètres cubes de gaz à 22 bougies. Cette sorte d'huile pouvant s'obtenir à Londres à raison de 8^{fr},90 l'hectolitre, on aura :

	fr. c.
100 litres d'huile	8,90
120 kilos de coke	2,00
Main-d'œuvre	1,75
Charge de l'appareil	0,65
	14,30

En refaisant le calcul précédent, on trouverait que l'amélioration de 1,5 bougies reviendrait à 0 fr. 075.

On peut donc affirmer, en présence de ces résultats, la supériorité du générateur Van Steenbergh.

Ce procédé possède à un autre point de vue des avantages précieux. En présence des événements sociaux qui caractérisent notre époque et des rapports si souvent tendus qui règnent entre les patrons et les ouvriers, il convient de prévoir une brusque diminution de la main-d'œuvre disponible et de choisir tel procédé de fabrication qui permettra de franchir plus facilement les crises ouvrières. En combinant le maximum de production avec le minimum de main-d'œuvre, les directeurs d'usine résoudront pratiquement cette importante question. L'amélioration par le gaz d'eau carburé ne demande que le dixième des bras actuellement occupés à la production du gaz d'éclairage. Si une grève se produisait, le gaz d'eau pourrait être utilisé directement avec une augmentation de dépense à peine sensible et la rapidité avec laquelle la fabrication peut être poussée permettrait de faire face à toutes exigences de la situation.

Une objection sérieuse peut être cependant opposée à l'emploi du gaz d'eau carburé. Le directeur d'usine peut se demander si, après avoir fait les frais afférents à l'installation d'un nouveau procédé de fabrication, il ne se produira pas une subite élévation du prix du pétrole. Rien de semblable n'est à craindre. Il y a un an on pouvait en douter, le commerce de l'huile était alors aux mains d'une puissante société qui paraissait sur le point d'accaparer également les produits russes; mais, heureusement, on a pu éviter l'établissement de ce monopole et aujourd'hui les huiles russes inondent le marché avec une abondance qui, au dire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des plus compétents, est inépuisable. En somme, on doit prévoir plutôt la baisse que la hausse dans le prix du pétrole.

La découverte d'une source importante de lumière vient encore nous mettre à l'abri des variations que peuvent subir les cours des matières éclairantes d'importation étrangère. Le problème de la mise en valeur de cette idée a été récemment résolu, grâce au talent de M. Staveley de Baghill, près Pontefract.

La Compagnie des gaz de fourneaux paye une redevance annuelle à trois ou quatre fonderies d'Écosse pour avoir le droit de recueillir les gaz et la fumée qui s'échappent de leurs hauts fourneaux. Ceux-ci circulent à travers plusieurs kilomètres de tubes en fer forgé dont le diamètre diminue de 1^m,80 à 46 centimètres, et déposent en se refroidissant une quantité d'huile considérable.

MM. Dixon, de Glascow, qui dirigent la moins importante de ces installations, recueillent environ 1 700 000 mètres cubes de gaz de fourneaux et en tirent en moyenne 113 mètres cubes d'huile par semaine; ils utilisent le gaz résidu qui consiste principalement en oxyde de carbone, comme combustible, et obtiennent en outre une notable quantité de sulfate d'ammoniaque.

Dans un but analogue, quelques fours à coke sont actuellement munis d'appareils de condensation qui fournissent un poids considérable d'huile. Ces huiles sont brûlées dans des lampes spéciales ou servent à injecter les traverses de chemin de fer. Ce nouveau combustible ne valait, il y a quatre ans, que 1 fr. 10 l'hectolitre, il se paye aujourd'hui 4 fr. 40.

Les installations actuelles, toutes limitées qu'elles sont, produisent environ 2 millions de mètres cubes d'huile; on peut donc prévoir que lorsque tous les hauts fourneaux et tous les fours à coke seront munis d'appareils à condensation, la quantité d'huile obtenue suffira à tous nos besoins.

Le produit brut condensé contient à peu près 30 à 50 p. 100 d'eau que l'on sépare par distillation. M. Staveley a fait breveter un procédé de distillation fractionnée qui permet d'extraire toute l'huile carburée, la créosote, un peu de phénol et à peu près 10 p. 100 de bases pyridiques. Le résidu est employé principalement à l'injection du bois.

Cette huile peut servir à enrichir le gaz d'éclairage, mais il faut veiller à ce que, pendant sa décomposition, la température ne soit pas trop élevée, car la benzine se transforme facilement en hydrocarbures moins éclairants. Ce fait ressort clairement d'une série d'expériences dans lesquelles les vapeurs d'huile étaient dirigées dans des tubes en fer, remplis de coke et chauffés. Voici les résultats obtenus :

Température de décomposition de l'huile.	600°	800°	1000°
Volume du gaz produit en mètres cubes par hectolitre.	26,0	45,1	75,5
Hydrogène.	34	36	37

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Méthane	20	26	49
Oléfines	12	5	»
Ethane	16	9	»
Oxyde de carbone	13	15	12
Acide carbonique	2	4	2
Oxygène	2	1	»
Azote	2	4	»

Ces analyses indiquent que si la température est portée au rouge cerise, les hydrocarbures éclairants sont décomposés et le gaz résultant n'a plus aucune valeur pour la production de la lumière.

La faculté que l'on a de faire varier dans le générateur Van Steenbergh la température, ainsi que la masse du charbon employé, rend cet appareil spécialement propre pour l'utilisation de cette huile.

L'huile des fourneaux n'est pas dans le commerce, mais dans peu de temps les demandes nombreuses que l'on fera de ce produit en généraliseront certainement la fabrication. Si, comme nous l'espérons, cette huile devient un agent important de notre éclairage futur, l'époque où son emploi commencera à se répandre sera une date mémorable dans l'histoire de l'industrie. On aura donné alors une valeur commerciale à la fumée et l'on aura fait un grand pas vers le but si important de l'amélioration de l'atmosphère des grandes villes.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Alliages industriels d'aluminium. — Les excellentes propriétés que l'aluminium communique aux autres métaux rendent très importante l'étude de ses alliages au point de vue industriel.

Le tableau suivant est relatif au bronze d'aluminium. On y voit, en regard du poids d'aluminium allié à 100 parties de cuivre, la résistance à la traction par centimètre carré et l'allongement pour 100.

ALUMINIUM POUR 100.	RÉSISTANCE A LA TRACTION par centim. carré.	ALLONGEMENT POUR 100.	DENSITÉ DU BRONZE.
11	6,4 — 7,2	8	7,23
10	5,2 — 6,4	14	7,69
7,5	4,0 — 4,8	40	8,00
5,5	2,4 — 2,0	40	8,37
2,5	2,0 — 2,4	50	8,69
1,25	1,76 — 2,0	55	

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si le bronze contient plus de 11 p. 100 d'aluminium, il devient trop cassant pour pouvoir être employé dans l'industrie.

Si la teneur de l'aluminium dépasse 20 p. 100, le bronze a un aspect jaunâtre, analogue au bismuth ; il est alors si cassant que l'on peut le pulvériser dans un mortier. Avec 30 p. 100 d'aluminium il est moins dur, et complètement doux avec 50 p. 100. Si la proportion d'aluminium s'élève à 60 ou 70 p. 100, le bronze redevient dur et présente une belle structure cristalline.

Les alliages du tableau précédent ont une propriété précieuse : ils sont malléables au rouge et peuvent être forgés.

Le tableau suivant est dû au professeur Tetmayer, de Zurich. Il permet de comparer les bronzes et les laitons d'aluminium.

	ALUMINIUM POUR 100.	RÉSISTANCE A LA TRACTION. Tonnes par centim. carré.	ALLONGEMENT POUR 100.
Bronze d'aluminium.	11,5	8,3	0,5
	11,0	7,0	1,0
	10,0	6,7	11,0
	9,5	6,4	19,0
	9,0	5,9	32,0
	8,5	5,2	52,5
	5,5	4,4	64,0
Laiton d'aluminium.	4,0	7,2	6,5
	3,0	6,2	7,5
	2,5	5,4	20,0
	2,0	5,0	30,0
	1,5	4,4	39,0
	1,0	4,0	50,0

Ces chiffres montrent que la résistance à la traction augmente avec la proportion d'aluminium d'abord lentement, puis de plus en plus vite.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Paris. — Typographie Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 28030.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

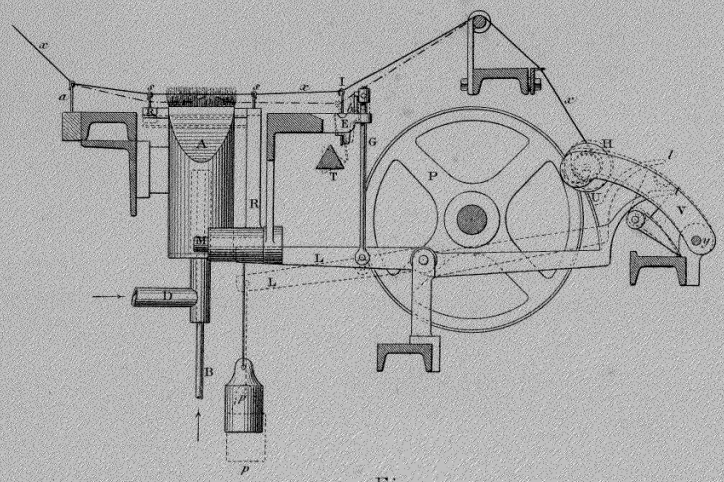


Fig. 2

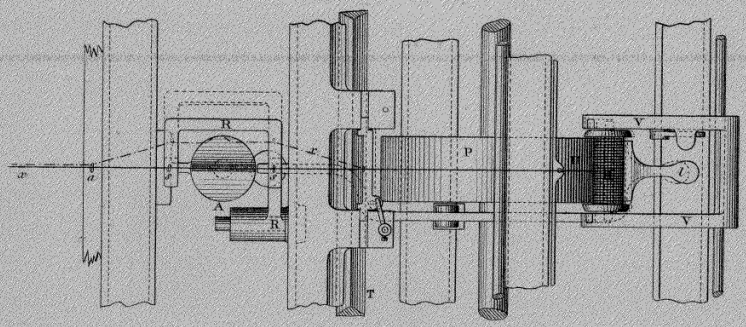
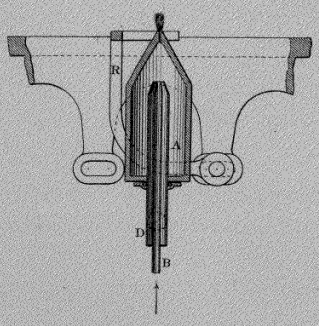


Fig. 3

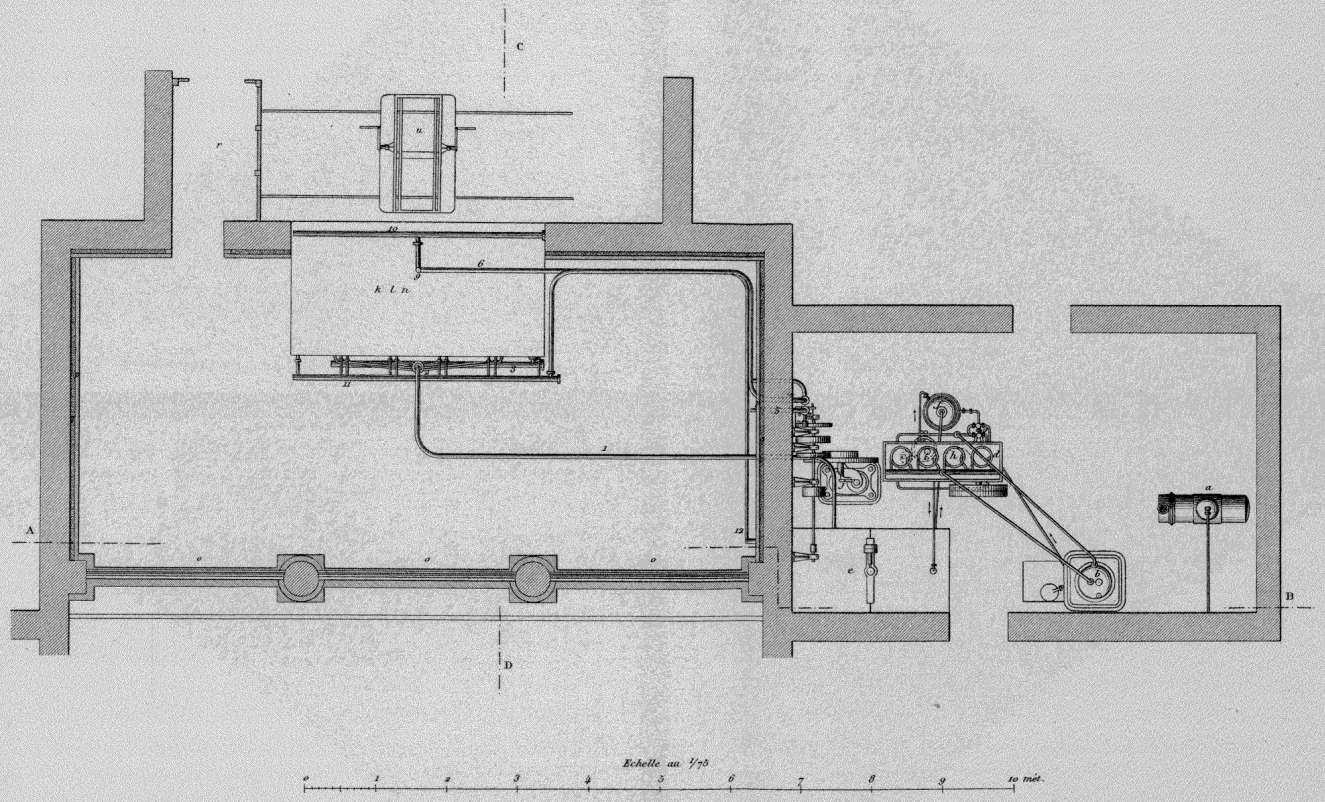


Echelle au 1/7

Imp. R. Taneur, Paris. *Léon Chaumont del. et sc.*

MACHINE À GAZER LES FILS DE M.M. P. VILLAIN FILS & Cie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. R. Lanoir. Paris.

Léon Chaumont del. et sc.

APPAREILS RÉFRIGÉRANTS DE LA MORGUE DE PARIS. (Plan)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1

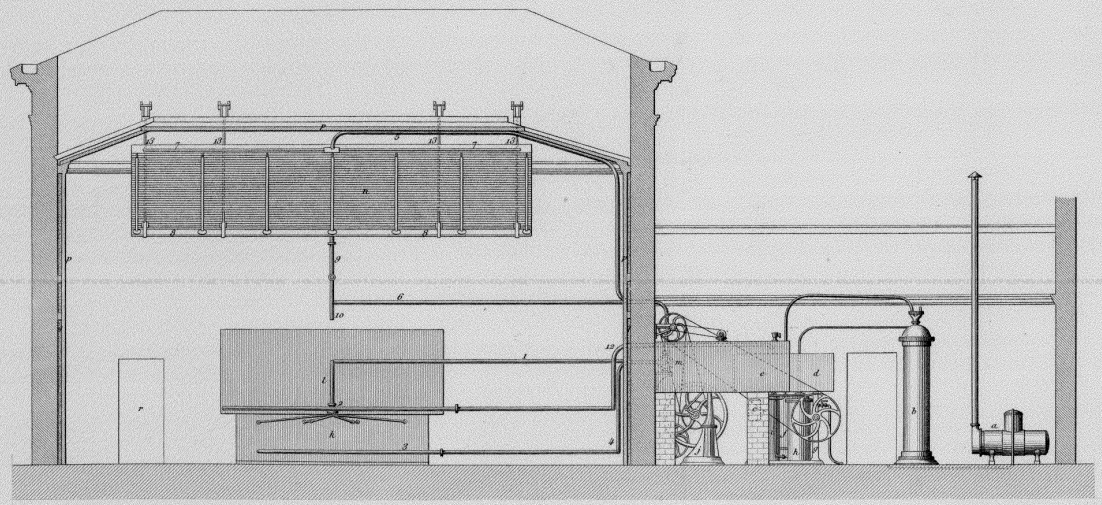
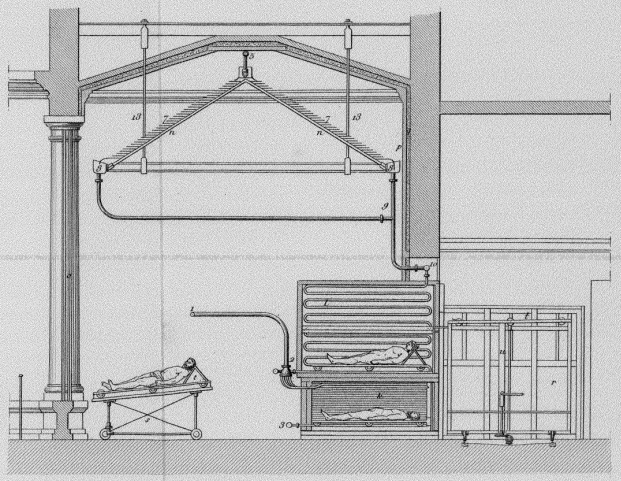


Fig. 2



Echelle au 1/75

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 mèt.

Imp. R. Taneur, Paris.

Léon Chaumont del. et sc.

APPAREILS RÉFRIGÉRANTS DE LA MORGUE DE PARIS. (Coupes)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. NOVEMBRE 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

NÉCROLOGIE

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. LE GÉNÉRAL SEBERT, VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, AUX OBSÈQUES DE M. PAUL LECŒUVRE (1).

MESSIEURS,

Au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et en l'absence de son président qui aurait tenu à honneur de prendre la parole sur cette tombe, je viens dire un dernier adieu au collègue dont nous déplorons la perte et rappeler brièvement les services qu'il a rendus à l'industrie de notre pays.

C'est en 1867, il y a donc déjà bientôt vingt-cinq ans, que M. Lecœuvre fut appelé, comme membre du Comité des arts mécaniques, à faire partie du Conseil de la Société d'Encouragement.

Il était naturellement, dès cette époque, désigné pour cette place.

Après avoir, à sa sortie de l'École Centrale, où il était entré en 1838, exercé les fonctions d'ingénieur aux forges de Vierzon, puis présidé à l'installation de l'usine Sallandrouze à Aubusson, il avait été nommé répétiteur du cours de construction de machines à l'École Centrale, en 1852, et appelé, à partir de l'année 1860, à professer alternativement ce cours, puis celui d'éléments de machines.

Il s'était fait déjà une spécialité des questions de mécanique industrielle. Il avait été en effet avec le général Morin et avec Henri Tresca, dont il était le beau-frère, l'un des promoteurs de ce grand mouvement qui poussait à

(1) Discours prononcé le 21 septembre 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'étude approfondie des machines employées dans les différentes branches de l'industrie.

Associé aux travaux du laboratoire de mécanique organisé au Conservatoire des arts et métiers, il s'occupait plus particulièrement des études des moteurs au frein, et pendant longtemps on le vit mettre, pour ces essais, sa compétence spéciale et ses propres appareils à la disposition des industriels qui, soucieux de leurs intérêts, voulaient se rendre un compte exact des conditions économiques de fonctionnement de leurs machines motrices.

A l'époque où la Société d'Encouragement l'appelait à faire partie de son Conseil, il avait aussi, tout en restant modestement dans l'ombre, joué déjà un rôle considérable dans l'organisation de nos grandes expositions industrielles, en participant activement aux efforts dont nous avons été les témoins et qui ont été faits depuis près de quarante ans pour vulgariser les applications de la mécanique industrielle par l'attrait donné à ces exhibitions.

On se rappelle la sensation qu'avaient causée les essais faits à l'exposition universelle de Londres en 1851, pour faire fonctionner sous les yeux des visiteurs les machines en mouvement.

M. Lecœuvre fut chargé, avec le titre d'ingénieur-inspecteur des machines, de réaliser une organisation analogue pour notre exposition de 1855.

Il le fit, dans des conditions remarquables, dans cette galerie improvisée du bord de l'eau, érigée au milieu de difficultés de toutes sortes, dont notre époque a un peu perdu le souvenir et qui fût le prototype de ces galeries des machines qui ont fini par prendre dans nos expositions la part prépondérante et par entraîner une véritable révolution dans l'art des constructions métalliques.

Dès cette époque, il se trouvait voué à l'organisation de toutes les expositions de machines en mouvement.

A l'Exposition universelle de 1867, il fit partie des commissions d'organisation et d'installation, et fut un des rapporteurs du jury international. En 1878, il fut choisi comme ingénieur en chef du service des machines et fut chargé à ce titre des installations des deux galeries de 35 mètres dont l'organisation grandiose fut si remarquée.

Il fut appelé également à prendre une part active à l'installation de diverses expositions, d'importance moindre, organisées à Paris ou en différents pays. On le retrouve au Havre en 1868, à Paris en 1869 à l'Exposition des sciences appliquées à l'industrie, en 1875 à l'Exposition maritime et fluviale, en 1881 à l'Exposition internationale d'électricité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à Amsterdam en 1883, à Paris encore en 1885 à l'Exposition du travail, en 1886 à l'Exposition des sciences et arts industriels, en 1888 à l'Exposition de sauvetage et d'hygiène. Lors de l'Exposition universelle de 1889, l'âge lui interdisant déjà d'accepter un rôle devenu au-dessus de ses forces, il dut se borner aux fonctions de membre des jurys d'admission et d'installation. Mais il put voir, sous la direction de ses élèves et de ses émules, le triomphe éclatant des idées qu'il avait contribué à propager pendant sa longue carrière.

Je ne donnerai pas l'énumération des rapports qu'il a présentés à la Société d'Encouragement sur les affaires renvoyées à son examen, rapports auxquels sa haute compétence et son impartialité donnaient tant de prix.

Je rappellerai seulement parmi les derniers et à cause de leur importance celui qu'il a rédigé sur les dispositions des appareils destinés à éviter les accidents de machines et son rapport sur le grand prix des arts mécaniques (médaille de Prony) décerné en 1890 à M. Pierre-André Frey.

Je laisse aux représentants de l'École, dont il était depuis si longtemps l'une des lumières, le soin de rappeler son enseignement et ses œuvres.

Je veux seulement signaler encore un des rôles qu'il a joués et qui se rattache au but que poursuit la Société d'Encouragement : le développement de l'industrie dans toutes les branches qui peuvent contribuer à la grandeur de notre pays.

C'était dans la lugubre année 1870, lorsque Paris allait être investi et était menacé de se trouver privé de matériel pour sa défense.

Le gouvernement de la Défense nationale fit appel au dévouement des ingénieurs civils enfermés dans Paris. Une commission, présidée par Henri Tresca, fut installée au Conservatoire des arts et métiers, pour coordonner et diriger les efforts de nos industriels appelés à improviser le matériel qui nous manquait.

Je n'ai pas besoin de rappeler ce qu'a fait cette commission et d'énumérer les services qu'elle a rendus, ces souvenirs sont dans toutes les mémoires ; mais ce qui est moins connu, sans doute parce que sa modestie habituelle l'avait trop fait rester dans l'ombre, c'est que M. Lecœuvre avait été choisi comme secrétaire par cette commission et qu'il a pris, par suite, la part la plus active à ces travaux.

Lecœuvre, et c'est un honneur à revendiquer pour sa mémoire, était donc de ceux qui ont prévu et prouvé, comme l'a si bien rappelé M. de Comberousse sur la tombe de Tresca, que l'État devait désormais compter sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'industrie privée pour la fabrication des armes et de tous les engins de guerre.

Ce sera un des plus beaux titres de gloire des hommes de cette époque d'avoir engagé notre industrie à suivre la voie dans laquelle étaient déjà si largement entrés nos rivaux étrangers et de s'être faits les apôtres d'une réforme qui doit permettre de compléter un jour l'œuvre de réorganisation de notre armée, en appelant toutes les forces vives du pays à coopérer à la création de notre matériel de guerre, comme elles participent déjà à la constitution même de nos effectifs militaires.

Lecœuvre a contribué largement, pour sa part, par son enseignement et son exemple, à entraîner les hommes d'élite, de toute origine, qui se sont mis dès le début à la tête du mouvement et qui, faisant appel à l'initiative privée, ont réussi à doter notre industrie de telles ressources qu'on ne pourra invoquer aucune bonne raison pour ne pas l'associer complètement, dans un jour prochain, à l'exécution des travaux de notre armement.

Il n'aura pas cependant assisté à la réalisation de cette réforme devant laquelle se sont élevés bien des obstacles, mais il a vu du moins s'accroître rapidement le nombre des esprits clairvoyants qui, certains du résultat final, n'ont cessé de suivre des yeux, malgré les nuages qui ont pu momentanément l'obscurcir, la lumière qui doit guider les hommes soucieux de la prospérité de notre industrie et de la grandeur de notre pays.

Par leur travail consciencieux et persévérant, des hommes comme Lecœuvre, dans la sphère modeste où ils se sont confinés, font souvent plus pour leur pays que de brillants champions dont l'œuvre moins solidement fondée n'a qu'une durée éphémère.

Il pouvait s'endormir satisfait de son rôle, se sachant apprécié à sa véritable valeur par ceux qui l'ont vu de près et qui ont appris à le connaître.

Nous garderons son souvenir, comme celui d'un travailleur consciencieux, d'un collègue bienveillant et dévoué, d'un homme de bien et d'un serviteur qui a su se rendre utile à son pays, en travaillant pour sa défense et pour sa prospérité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. DE COMBEROUSSE, PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES, ANCIEN PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS, AUX OBSÈQUES DE M. P. LECŒUVRE.

MESSIEURS,

C'est au nom du Conseil de l'École centrale des Arts et Manufactures que je viens rendre un dernier hommage à M. Paul Lecœuvre.

Cet ingénieur si distingué a appartenu depuis 1852 jusqu'en 1885, c'est-à-dire pendant trente-trois ans, au corps enseignant de cette grande École, et il a été membre de son Conseil pendant dix-sept ans.

En l'absence de M. Cauvet, directeur de l'École, c'est à M. Boutillier, président du Conseil, que revenait l'honneur d'adresser les dernières paroles à notre ancien collègue. Il a bien voulu me déléguer ce devoir ; mais, en même temps, il a tenu, et je l'en remercie cordialement, à m'appuyer de sa présence et à témoigner hautement par là même des regrets de l'École centrale et de l'estime qu'elle portait à M. Lecœuvre.

M. le général Sebert a retracé devant vous, avec sa haute autorité, les travaux de M. Lecœuvre dans l'industrie et au sein du Conseil d'administration de la Société d'Encouragement. Il me reste à résumer les services qu'il a rendus à l'École centrale et à la Société des ingénieurs civils.

Né à Dunkerque le 23 avril 1815, pendant les Cent Jours, élevé à Lille, il termina ses études à Paris, au collège Rollin, et entra à l'École centrale à l'âge de vingt ans. Il fit ainsi partie de la promotion de 1838 et eut, entre autres, pour condisciples, Adolphe Dailly, Victor Forquenot et M. Ferdinand Mathieu.

M. le général Sebert vous a dit ses premiers pas dans l'industrie. Plus tard, son mariage et celui de sa sœur le firent doublement le beau-frère de son cousin Henri Tresca, et il devint son associé dans la direction d'une usine destinée à la fabrication de l'acide stéarique et à la distillation des huiles minérales.

Le rôle si important joué par Tresca dans toutes les Expositions pendant près de quarante ans, devait nécessairement entraîner son beau-frère à y participer également. Tresca connaissait toute la valeur de ce travailleur,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toute l'étendue de ses connaissances pratiques; il savait qu'il ne pouvait souhaiter un collaborateur mieux préparé et plus fidèle.

Lors de notre première Exposition universelle, en 1855, M. Lecœuvre fut donc nommé inspecteur-ingénieur de la galerie des Machines. En cette qualité, il apporta un utile concours à M. Émile Trélat, commissaire adjoint, qui avait été chargé à la fois de la construction de l'annexe du bord de l'eau et de l'installation délicate des machines en mouvement.

M. le général Sebert vient de vous rappeler le labeur incessant de M. Lecœuvre dans toutes les Expositions qui suivirent : en 1867, dans la classe des machines-outils; en 1878, comme ingénieur en chef du service mécanique; en 1881, dans le jury d'admission de l'éclatante exposition d'électricité; en 1889, comme membre du Comité technique des machines.

Si j'insiste sur ce point, c'est surtout pour montrer combien les circonstances avaient heureusement préparé M. Lecœuvre à l'enseignement qu'il devait développer pendant de longues années à l'École centrale.

En effet, le cours de construction des machines, cours tout à fait spécial à cette École, et que M. Lecœuvre partagea avec Charles Callon, l'éminent ingénieur, puis avec son successeur, M. Vigreux, n'est pas sans offrir quelques difficultés. Les machines-outils sont devenues un monde; les machines de transport et de construction, les machines agricoles s'accroissent tous les jours; il en est de même des machines motrices dont la théorie va se perfectionnant, tandis qu'on approfondit d'autre part les procédés de régulation à y appliquer. M. Lecœuvre possédait bien ce vaste ensemble, avec lequel ses fonctions comme ingénieur-conseil, comme arbitre-expert ou comme ingénieur aux Expositions, ne cessaient de le familiariser de plus en plus.

On sait que les cours de l'École centrale durent trois ans.

D'abord répétiteur en deuxième et en troisième année, M. Lecœuvre fut nommé successivement professeur du cours d'éléments de machines en première année, professeur adjoint du cours de construction des machines en deuxième année et, enfin, titulaire de la même chaire, qu'il occupa en cette qualité pendant dix-sept ans.

Il est regrettable que M. Lecœuvre n'ait pas publié ses leçons; mais on retrouve dans les cahiers de ses anciens élèves le reflet de son enseignement méthodique, précis et complet. Nous avons entendu quelques-uns d'entre eux s'accuser de n'avoir pas senti d'abord tout le mérite de leur professeur. Sa profonde modestie n'imposait pas du premier coup la foi à ces jeunes gens. Mais, quand ils relisaient leurs notes prises à l'amphithéâtre ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lorsque, plus tard, ils y cherchaient après leur sortie de l'école un précepte ou un conseil, ils étaient certains, me disaient-ils, de le trouver à sa place et en pleine lumière. M. Lecœuvre a donc reçu la récompense de son enseignement si consciencieux : il savait qu'il était utile, et cela lui suffisait.

M. Lecœuvre fut, en 1848, l'un des fondateurs de la Société des ingénieurs civils, comme il fut en 1862 l'un des fondateurs de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale.

La Société des ingénieurs civils, qui a pris une si grande extension et une si réelle importance, apprendra avec regret, de la bouche de mon camarade et ami M. Jousselin, l'un de ses vice-présidents, qui a bien voulu la représenter à ces obsèques, la mort d'un de ceux qui ont entouré son berceau dès la première heure et qui ont honoré la profession à laquelle la naissance de la Société a donné une nouvelle consécration. Elle n'oubliera pas non plus le concours dévoué qu'elle trouva chez M. Lecœuvre dans une circonstance grave.

M. le général Sebert vient de louer chaudement la part que la Société des ingénieurs civils voulut prendre, à la défense de Paris, lors de nos cruels désastres. Le noble ministre des travaux publics, M. Dorian, s'associa énergiquement à cette pensée; et, à la date du 13 septembre 1870, une commission, dite du génie civil, fut instituée par lui pour centraliser tous les efforts et les mettre à la disposition du gouvernement.

Cette commission, composée de MM. Tresca, Laurens, Vuillemin, Martin et Martelet, groupait heureusement des représentants autorisés de nos écoles scientifiques et industrielles : École polytechnique, École centrale, École d'arts et métiers. Après son installation au Conservatoire des arts et métiers, et sur la proposition de son président, M. Tresca, elle s'adjoignit comme secrétaire M. Lecœuvre dont le zèle, je n'ai pas besoin de le dire, fut à la hauteur de sa mission.

Telle s'est écoulée, dans le travail et l'étude, la vie de celui que nous regrettons et qui vient de s'éteindre en n'ayant jamais connu que le devoir. Sa douceur, qui n'excluait pas la fidélité à ses idées, sa loyauté et sa courtoisie lui ont assuré l'affection et l'estime de tous ceux qui ont eu avec lui des rapports suivis. Je ne l'ai jamais entendu se plaindre de rien ni de personne. Siégeant à côté de lui pendant dix ans, aux concours de sortie de l'École centrale, je l'ai toujours vu chercher la justice et la vérité, avec le coefficient de bienveillance qu'il appliquait à toute chose. Homme d'intérieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avant tout, il méritait les joies de la famille, et il a dû vivement sentir celles qui lui ont été accordées.

En nous inclinant respectueusement devant sa veuve si courageuse, en saluant ses enfants auxquels il laisse l'héritage de son nom et de ses exemples, en prenant part à la douleur de tous les siens, nous disons à notre cher collègue un adieu plein d'émotion, mais aussi plein de sérénité, car ce fut un homme de bien.

COMMERCE

SUR LA PRODUCTION DU SULFATE DE QUININE, PAR M. E. JUNGFLEISCH

1. — Il n'est aucun produit chimique véritablement important dont la valeur se soit aussi fortement abaissée, depuis une dizaine d'années, que celle du sulfate de quinine. La statistique suivante, que nous dressons d'après les renseignements fournis par l'intéressant *Jahresbericht* que publie la Société Zimmer und C°, de Francfort-sur-le-Mein, donne les prix extrêmes atteints par le kilogramme de sulfate de quinine durant les dernières années :

1880.	de 454 à 443 fr.
1881.	de 331 à 306
1882.	de 444 à 319
1883.	de 322 à 262
1884.	de 322 à 155
1885.	de 190 à 105
1886.	de 134 à 88
1887.	de 106 à 65
1888.	de 88 à 56
1889.	de 60 à 38

Autrement dit, au mois de décembre 1888, la valeur du sulfate de quinine était environ le dixième de ce qu'elle avait été au mois de juillet 1880; elle s'est encore abaissée depuis.

Il semble vain de chercher à expliquer un pareil changement par des raisons d'ordre secondaire, telles que celles qu'on a données quelquefois. L'introduction dans la thérapeutique d'un grand nombre de médicaments antipyrétiques, capables de remplacer la quinine d'une façon plus ou moins satisfaisante, si elle a nui au développement que les fabricants de sulfate de quinine étaient en droit d'espérer pour leur industrie, ne peut certainement pas être invoquée comme une explication suffisante, puisque la consommation du sulfate de quinine a continué à se développer et qu'on a pu évaluer à 1/10^{e} environ son augmentation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une année à l'année suivante. La spéculation sous des formes diverses, dont on a parlé également, est impuissante à déterminer une modification aussi régulière et continue que celle établie par les chiffres précédents; elle ne saurait donc être invoquée davantage, pas plus d'ailleurs que les perfectionnements de détail qu'a pu réaliser la fabrication. Un abaissement considérable dans la valeur de la matière première permet seule de comprendre comment l'industrie du sulfate de quinine a pu supporter un pareil avilissement dans le prix de ses produits.

C'est qu'en effet les résultats des efforts accomplis depuis une trentaine d'années pour cultiver le quinquina, se sont manifestés beaucoup plus rapidement qu'on ne l'avait espéré : alors qu'on avait cru commencer une culture forestière, à profits éloignés, l'institution de méthodes d'exploitation perfectionnées a permis d'obtenir des récoltes abondantes sur des plantations relativement fort nouvelles. En outre, progrès capital pour la fabrication, la culture a donné des écorces de quinquina dont la richesse en alcaloïdes laisse bien loin en arrière les meilleures écorces sauvages des forêts de l'Amérique du Sud. Ainsi donc la matière première s'enrichissait au delà de ce qu'on aurait osé espérer, en même temps que sa production s'accroissait.

Ces deux points intéressent trop la pharmacie pour que nous ne cherchions pas à les mettre en évidence par quelques chiffres.

Ceylan a été jusqu'ici le pays qui a produit le plus d'écorce cultivée. Voici, d'après le *The Ceylon Handbook and Directory*, les poids d'écorce de quinquina exportés de cette île en Europe pendant ces dernières années :

1875-1876 (1)	16 842	livres anglaises.
1876-1877.	56 589	—
1877-1878.	173 497	—
1878-1879.	373 511	—
1879-1880.	1 208 518	—
1880-1881.	1 207 720	—
1881-1882.	3 099 895	—
1882-1883.	6 925 598	—
1883-1884.	11 492 947	—
1884-1885.	11 678 360	—
1885-1886.	15 364 912	—
1886-1887.	14 438 260	—
1887-1888.	11 704 932	—
1888-1889.	11 798 463	—

Malgré la diminution constatée dans ces derniers temps et attribuée à l'apparition de maladies parasitaires, l'exportation de Ceylan a donc atteint une moyenne voisine de 13 millions de livres anglaises.

(1) Du 1er octobre au 30 septembre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'Inde anglaise continentale, sur des plantations commencées en 1862, le gouvernement cultive actuellement plus de 6 millions de pieds de quinquina; les particuliers en possèdent à peu près autant. Les écorces de ces deux origines ont donné lieu aux exportations suivantes :

1880-1881 (1)	699 258	livres anglaises.
1881-1882.	428 497	—
1882-1883.	641 608	—
1883-1884.	306 419	—
1884-1885.	745 730	—
1885-1886.	857 040	—
1886-1887.	1 286 900	—
1887-1888.	1 449 315	—
1888-1889.	3 074 098	—

Ces chiffres conduisent à admettre que l'exportation totale de l'Inde anglaise dépasse actuellement 16 millions de livres anglaises ou 6 millions de kilogrammes.

Toutefois, cette exportation est loin de représenter la production actuelle du pays, car des fabriques d'alcaloïdes exploitent actuellement au Bengale une partie des écorces récoltées; en 1889, elles ont fourni 2 191 livres anglaises de sulfate de quinine et 6 384 livres d'un *fébrifuge* constituée par un mélange d'alcaloïdes du quinquina.

A Java, où les cultures gouvernementales forment une beaucoup plus faible partie des plantations totales, les exportations ont atteint des chiffres élevés :

1883-1884 (2)	1 104 534	livres hollandaises.
1884-1885.	1 195 970	—
1885-1886.	1 531 156	—
1886-1887.	2 230 275	—
1887-1888.	3 742 025	—
1888-1889.	4 415 031	—

Elles dépassent donc actuellement 1 655 000 kilogrammes.

Cela conduit à admettre que les colonies asiatiques envoient en Europe près de 8 millions de kilogrammes d'écorce de quinquina. On peut, en outre, prévoir qu'elles cesseront bientôt de prendre aux fabriques européennes le sulfate de quinine qui leur est nécessaire.

Ce n'est pas tout. L'Amérique du Sud voyant s'appauvrir les forêts qui, pendant longtemps, ont fourni le quinquina au monde entier, s'est mise à cultiver le précieux végétal, et le temps n'est pas éloigné où sa production en écorces riches de culture sera considérable. Il n'est pas possible de recueillir sur ce sujet

(1) Du 1er octobre au 30 septembre.
(2) Du 1er juillet au 30 juin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des renseignements d'ensemble, mais on peut avoir une idée du progrès accompli par le nombre des ballots d'écorces de culture, riches en alcaloïdes, qu'un seul des États producteurs, la Bolivie, a expédiés au marché de Londres depuis quelques années :

1885.	2 599	ballots.
1886.	3 979	—
1887.	7 190	—
1888.	7 810	—
1889.	9 552	—

Enfin il existe en beaucoup de pays, à la Jamaïque, à la Réunion, à Saint-Thomas, aux îles Fidji, etc., des cultures encore trop jeunes pour être exploitées, mais dont les produits ne tarderont guère à arriver en Europe.

Évidemment, les écorces de culture, bien que supérieures d'ordinaire aux écorces des plantes sauvages, ne présentent pas toutes la même valeur. Les diverses espèces de *Cinchona* cultivées ne sont pas également riches en quinine, et l'hybridation, que l'on a pratiquée avec succès, est venue encore multiplier les variétés. De plus, pour une même espèce, l'*écorce naturelle*, l'*écorce moussée* et l'*écorce renouvelée* contiennent des proportions très différentes de quinine, la dernière sorte étant de beaucoup la plus riche. Ce qui n'est pas douteux, c'est l'élévation surprenante de la teneur en quinine des bonnes écorces cultivées ; il n'a pas été rare, dans ces derniers temps, de rencontrer dans les adjudications des lots d'écorce fournissant 10 p. 100 et au delà de sulfate de quinine.

Le progrès accompli par la culture du quinquina est, on le voit, extrêmement remarquable. Il se poursuivra et il y a grandement lieu de s'en féliciter au point de vue du service rendu à l'humanité tout entière.

Il porte à penser que le sulfate de quinine ne reprendra plus dorénavant les prix élevés qu'il atteignait naguère, et qui en interdisait l'usage aux populations pauvres.

II. — Les méthodes d'extraction du sulfate de quinine n'ont guère varié depuis 1878, mais les purifications ont été poussées plus loin ; la qualité du produit s'est d'une manière générale améliorée, la pharmacie montrant une tendance de plus en plus prononcée à n'accepter que du sulfate de quinine pur.

Autrefois, quand les fabricants traitaient à peu près exclusivement l'écorce de *Cinchona calissaya*, relativement pauvre en alcaloïdes autres que la quinine, pauvre notamment en cinchonidine, les modes de purifications adoptés sur les indications de Pelletier et de Caventou paraissaient suffisants, et le sulfate de quinine industriel ne contenait pas une proportion trop considérable d'alcaloïdes voisins. A mesure que les écorces cultivées sont entrées plus abondamment dans les fabriques, elles ont introduit dans le produit des quantités toujours croissantes de cinchonidine, alcaloïdes dont elles sont fortement chargées. Cela est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dû à deux particularités : le sulfate de cinchonidine cristallise aisément avec le sulfate de quinine, et le mélange possède l'apparence bien connue du sulfate de quinine léger auquel la consommation est depuis longtemps habituée. Il y a plus, c'est la cinchonidine qui donne au sulfate de quinine la propriété de prendre, dans une cristallisation normalement effectuée, la forme bien connue d'aiguilles fines, longues et soyeuses; c'est elle qui, contenue en faible proportion dans les anciens quinquinas jaunes d'Amérique, a donné dès l'origine au sulfate de quinine commercial une apparence spéciale qu'il ne possède pas lorsqu'il est pur, mais que le public s'est accoutumé à considérer comme lui appartenant en propre. Il y a quelques années, lorsqu'on a commencé à traiter les écorces de *Remigia*, qui ne renferment pas de cinchonidine, le sulfate de quinine obtenu était en gros cristaux, d'une forme inusitée dans le commerce, le sulfate de quinine pur étant alors à peu près inconnu des fabricants; en ajoutant aux liqueurs des eaux mères de sulfate de quinine provenant du traitement des écorces de *Cinchona* et chargées de cinchonidine, le produit prenait son apparence ordinaire; en fait, on avait été conduit à ne traiter les *cuprea* que mélangés à d'autres écorces. D'ailleurs, si à une solution chaude de sulfate de quinine pur, qui par refroidissement donnerait les grosses aiguilles brillantes de sel pur, on ajoute un centième de sulfate de cinchonidine, le sel se dépose avec l'apparence légère; cette apparence reste la même quand la teneur en cinchonidine est rendue plus considérable. Ces différents faits ont conduit les industriels européens à produire, pendant les premiers temps de l'emploi des écorces cultivées, du sulfate de quinine beaucoup trop souillé de sulfate de cinchonidine.

III. — Un pareil état de choses ne pouvait subsister. Quelque opinion qu'on professe sur la valeur thérapeutique des divers alcaloïdes du quinquina, il est indispensable que le médecin prescrivant l'un d'entre eux, la quinine, par exemple, sache que celui-là seulement sera administré et le sera à la dose voulue. Si, comme on l'a prétendu, le sulfate de cinchonidine ajoute par sa présence aux qualités du sulfate de quinine, il faut que le thérapeutiste en soit convaincu; il prescrira l'emploi simultané des deux sels mélangés dans les proportions qu'il jugera convenable. En tout cas, le sulfate de quinine ne saurait être un mélange quelconque ou même une sorte de médicament galénique complexe. La pharmacie s'est donc préoccupée de cette question, et les essais auxquels doit satisfaire un sulfate de quinine officinal sont devenus plus sévères au point de vue de la présence des alcaloïdes voisins.

En 1884, le *Codex* français, adoptant le mode d'essai indiqué par Kerner, a exigé que le sulfate officinal ne renferme qu'un petit nombre de centièmes de sulfate de cinchonidine; d'après lui, 5^{cc} d'une eau mère obtenue à 15°, après traitement de un gramme de sel à essayer par 10^{cc} d'eau tiède, doivent, lorsqu'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les additionne de 7^{cc} d'ammoniaque de densité 0,96, fournir une liqueur limpide même après vingt-quatre heures.

La fabrication a tout d'abord trouvé cette exigence excessive. Toutefois la nouvelle pharmacopée autrichienne l'a adoptée à peu près exactement; elle admet l'emploi de 7^{cc},50 d'ammoniaque, ce qui correspond à une pureté légèrement moindre. Les pharmacopées de Russie, de Finlande, de Suède, des États-Unis et du Japon, ont admis à peu près le même mode d'essai, et par suite le même degré de pureté. La pharmacopée hollandaise est maintenant plus sévère; elle prescrit que la dissolution des bases tenues dans les 5^{cc} de liqueur soit effectuée par 5^{cc} d'ammoniaque seulement. Enfin la pharmacopée germanique de 1890 exige davantage encore : elle limite à 4^{cc} la quantité d'ammoniaque qui doit suffire pour effectuer la dissolution.

L'emploi du sulfate de quinine pur semble donc devoir résulter plus ou moins prochainement de ce mouvement d'opinion; il présente d'ailleurs de nombreux avantages à divers points de vue. Nous remarquerons seulement ici que le sel pur constitue des cristaux prismatiques épais et possède à peu près l'apparence du sulfate de zinc en aiguilles; cette forme *lourde*, que l'on ne sait pas donner au sel souillé de cinchonidine, constituera donc, tant qu'il en sera ainsi, un premier caractère de pureté des plus faciles à constater.

Le seul argument de valeur qu'on ait relevé contre les exigences de pureté qui tendent à s'imposer porte sur la dépense nécessaire pour transformer un sel presque pur en un sel pur, dépense qui ne serait pas justifiée par le faible avantage résultant de la séparation des 3 ou 4 derniers centièmes de cinchonidine. La dépense en question ne saurait cependant être bien élevée, et il ne semble pas qu'elle doive arrêter longtemps encore les malades et les médecins dans leur désir d'employer un produit pur, sur l'activité duquel ils soient en droit de compter.

IV. — L'industrie du sulfate de quinine fabrique donc actuellement au moins quatre produits : 1° le sulfate de quinine pur, dit *sulfate lourd*, dont la consommation est restée jusqu'ici fort limitée, par diverses raisons et principalement parce que sa forme n'est pas celle connue du public médical; 2° et 3° du sulfate de quinine aux degrés de pureté voulus par les pharmacopées de Hollande et d'Allemagne; 4° le sulfate de quinine souillé de 4 à 6 centièmes de cinchonidine et satisfaisant aux essais prescrits par les autres pharmacopées citées plus haut. Quant aux produits d'une moindre pureté, s'ils ont une certaine importance commerciale, ils n'ont pas, pourrait-on dire, d'existence légale dans les pays civilisés.

V. — J'ai déjà parlé plus haut, d'une manière incidente, de la fabrication du sulfate de quinine dans l'Inde anglaise. Il y a bien longtemps, en effet, que l'on a songé pour la première fois à traiter le quinquina dans les pays d'origine; l'écorce ne doit-elle pas être transportée à des distances énormes, faire près de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la moitié du tour de la Terre, pour venir fournir en Europe quelques centièmes de son poids de quinine? C'est cependant depuis un petit nombre d'années seulement que ce projet commence à être réalisé. Après l'absence d'initiative, la principale difficulté qu'il a rencontrée porte sur la qualité de la main-d'œuvre indigène dans les pays producteurs du quinquina; un autre obstacle vient du prix élevé des acides dans les mêmes contrées.

Les Anglais ont réussi dans l'Inde à établir des fabriques de sulfate de quinine, dont le développement semble de nature à porter quelque ombrage aux fabricants européens. Dans l'Amérique du Sud, les choses sont un peu moins avancées, mais le premier pas est fait; en 1889, du sulfate de quinine de fort bonne apparence figurait au pavillon de la République de l'Équateur, dans l'exposition de M. Manuel Jijon. Après avoir étudié en Europe, M. Jijon a installé à Quito une fabrique de sulfate de quinine qui, d'après les renseignements fournis par le commissariat, subvient dès maintenant aux besoins de tout le pays et commence à exporter; cette fabrique comporte une chambre de plomb dans laquelle on transforme en acide sulfurique le soufre natif qu'on exploite dans le voisinage.

INDUSTRIE

ÉTAT PRÉSENT DE LA QUESTION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL EN FRANCE PAR E. CHEYSSON, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES A PARIS (1)

Quand le Congrès des accidents s'est réuni à Paris en 1889, il semblait que la question des accidents du travail fût à la veille de recevoir en France une solution législative. La Chambre des députés avait voté en deuxième lecture une loi sur la matière à la date du 10 juillet 1888. Le Sénat était saisi de ce texte et l'on attendait le résultat des travaux de sa commission.

Deux ans se sont écoulés depuis lors, et la question n'est pas encore résolue. A mesure qu'on l'étudie de plus près, on en voit mieux apparaître la complexité et les profondeurs. Une loi de ce genre soulève en effet une foule de problèmes délicats et amène des répercussions multiples. On ne peut la rédiger sans s'être fixé d'avance un plan complet d'organisation sociale dans lequel elle doit rentrer. C'est l'aile d'un grand édifice, dont il faut avoir au préalable conçu le projet tout entier, sinon jeté les bases. On comprend donc bien les hésitations et les tâtonnements du législateur, avant qu'il ne se décide à statuer définitivement sur une question neuve, livrée aux controverses les plus vives et engagée dans un ensemble touffu, dont elle fait partie intégrante.

Le 20 mai 1890, le Sénat a voté un nouveau projet qui amendait profon-

(1) Rapport fait au Congrès des accidents du travail tenu à Berne, du 21 au 26 septembre 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dément le texte de la Chambre. Un mois après, le 28 juin 1880, M. Jules Roche, ministre du commerce, déposait un projet de loi conçu d'après un système différent de chacun des deux textes votés par le Parlement. Enfin, la commission parlementaire du travail, à laquelle a été renvoyé ce projet, a été saisie, en outre, de nombreux amendements et n'a arrêté jusqu'ici que quelques points de principe qui doivent servir de jalons à ses résolutions futures.

Néanmoins, il serait injuste et inexact de dire que le temps écoulé depuis le dernier Congrès ait été stérile. Il a été rempli par des discussions intéressantes, par des travaux nombreux, qui ont éclairé la question, l'ont présentée sous ses divers aspects et ont contribué à l'éducation des esprits. On sent à plusieurs indices que la solution mûrit et qu'elle ne se fera plus désormais attendre bien longtemps.

Pour m'acquitter de la tâche que m'a confiée le Comité organisateur du Congrès de Berne, c'est-à dire pour définir l' « état présent de la question des accidents en France », il m'a semblé que le mieux serait d'analyser succinctement les trois projets soumis aux Chambres avec leurs amendements, et d'y joindre quelques indications sommaires sur d'autres travaux extraparlementaires se rattachant au même sujet.

Dans cette analyse, au lieu de prendre chaque projet et d'en décrire en bloc l'économie, je crois préférable pour la clarté de l'exposition d'examiner une à une les principales questions que rencontre forcément la loi et de montrer pour chacune d'elles comment elle a été résolue dans les divers projets en présence.

I. *Délimitation du terrain d'application de la loi.* — Une des sérieuses difficultés auxquelles se heurte une loi de ce genre consiste dans la définition des professions qu'elle embrasse. La limite entre les catégories astreintes ou non à la loi se prête mal à un tracé précis. Qu'est-ce exactement qu'une manufacture, une usine, une fabrique, un atelier, un chantier? A quels signes les reconnaître? Sera-ce à la présence d'un moteur mécanique? Mais il est de ces moteurs minuscules, portatifs, qui sont actionnés par l'eau, le gaz, l'électricité, et qui ont leur place à l'atelier de famille. Sera-ce le nombre des ouvriers, 10 ou 20 par exemple? Mais la main-d'œuvre n'est qu'un critérium incomplet de l'importance d'une industrie. Dans certains établissements, où le personnel est peu nombreux, l'admission ou le renvoi d'un seul ouvrier au voisinage de la limite adoptée ferait tomber le patron sous le coup de la loi ou l'en exempterait.

La conférence de Berlin, après avoir discuté plusieurs définitions, sans en adopter aucune, s'est arrêtée à la résolution suivante : « On entend par *établissements industriels* ceux que les lois réglementant le travail dans les divers pays considèrent comme tels, soit par voie de définition, soit par voie d'énumération. » C'était tourner la difficulté, mais non la résoudre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par suite de cette indécision dans la frontière qui sépare les catégories réglementées ou non, on est logiquement entraîné à augmenter de plus en plus la clientèle de la loi pour en corriger les inconséquences.

C'est ainsi que les choses se sont passées en Allemagne où la loi du 6 juillet 1884 d'abord restreinte à la grande industrie, a été étendue, par cinq lois successives de 1885 à 1887 (1), aux employés des chemins de fer, des postes et des télégraphes, à ceux des administrations civiles de l'Empire, de la marine et de l'armée, à ceux des exploitations agricoles et forestières, aux ouvriers des chantiers de construction; enfin, aux marins. Avec ces extensions graduelles, l'effectif soumis à l'assurance atteignait à la fin de 1890 près de 14 millions de personnes, tandis que, dans les premières études sur ce projet, on l'avait estimé entre 1 700 000 et 1 800 000 assurés.

Où s'arrêter, en effet, tant qu'on n'a pas absorbé tout le personnel assurable, de manière à s'épargner des éliminations arbitraires? Mais, d'autre part, dès que l'on a dépassé les frontières de la grande industrie, comment justifier l'application du risque professionnel à des employés sédentaires dans un bureau ou à des ouvriers exerçant un travail manuel à la pelle ou à la pioche dans un modeste atelier ou dans un domaine rural? Ce nouveau principe reste-t-il de mise en dehors de ces engins brutaux dont la puissance même est invoquée pour engager la responsabilité du patron?

Voici comment les divers projets soumis aux Chambres françaises ont cherché à délimiter le terrain d'application de la loi.

Le texte de la Chambre des députés met à la charge du chef de l'entreprise « tout accident survenu dans leur travail aux ouvriers et employés occupés dans les usines, manufactures, chantiers, entreprises de transport, mines, minières, carrières, et, en outre, dans toute exploitation où il est fait usage d'un outillage à moteur mécanique ».

Le texte du Sénat, plus conforme au principe du risque professionnel, restreint la loi aux industries « où le travail sera reconnu dangereux », et renvoie à un règlement d'administration publique la tâche malaisée « de déterminer les industries dans lesquelles le travail, soit dans son ensemble, soit dans certains points, sera reconnu dangereux ».

Le projet du gouvernement consacre le système du Sénat et charge également un règlement d'administration publique de « déterminer les industries où le travail sera reconnu dangereux à raison soit de l'emploi d'un outillage à moteur mécanique, soit de la nature des matières employées ou produites, soit de la présence, de l'emploi ou de la fabrication des substances explosibles ».

Les trois projets s'accordent d'ailleurs pour étendre la loi aux exploita-

(1) Les lois du 28 mai 1885, du 15 mars 1886, du 5 mai 1886, du 11 juillet 1887, du 13 juillet 1887.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions gérées pour le compte de l'État, des départements ou des communes.

La commission parlementaire du travail semble disposée à dilater beaucoup le domaine de la loi, si l'on en juge par un premier texte, d'ailleurs provisoire et sujet à revision. Ce texte englobe en effet « les ouvriers et employés occupés dans l'industrie du bâtiment, les usines, manufactures, chantiers, entreprises de transport, de chargement, de déchargement, magasins publics, mines, minières, carrières » et en outre « tout travail dans lequel on produit ou emploie des matières explosibles ou dans lesquels il est fait usage de machines à vapeur ou de toute autre machine mue par une force élémentaire ou animée ».

Si cette rédaction est maintenue, elle atteindra le laboureur qui conduit la charrue dans le sillon et la servante qui manie la machine à coudre dans la chambre de famille.

Il semble que le texte du Sénat et du gouvernement soit, sur ce premier point, préférable à une longue énumération toujours incomplète. Un règlement d'administration publique a plus de souplesse que la loi et convient mieux à ces délimitations dont on ne peut jamais se flatter d'avoir dit le dernier mot (1).

II. *La faute lourde et le risque professionnel.* — A quels accidents doit s'appliquer l'assurance ? La question est très controversée et les projets que nous analysons ne s'entendent pas sur la façon de la résoudre.

D'après une statistique présentée en 1889 au Reichstag par le gouvernement allemand, on peut dire, en arrondissant les chiffres, que la moitié des accidents relève du hasard ou de la force majeure; un quart, de la faute des patrons; un quart, de la faute des ouvriers.

Pour la première moitié, tout le monde est à peu près d'accord aujourd'hui qu'il n'est pas juste de la faire supporter aux ouvriers, en les obligeant à fournir une preuve que la nature de l'accident ne comporte pas. Il ne le serait pas moins de recourir au « renversement de la preuve », qui se borne à renverser l'iniquité au détriment du patron.

De là, la notion du *risque professionnel*, qui n'impute à personne cette catégorie d'accidents, et les met à la charge des frais généraux de l'industrie en modérant le taux de la réparation, sorte de transaction qui — dans une matière où la responsabilité est obscure — demande à chacune des parties en présence le sacrifice d'une partie de ses prétentions extrêmes. L'ouvrier ne reçoit pas la répa-

(1) Le projet de loi présenté le 13 avril 1891 au Sénat italien par M. Chimirri, ministre de l'agriculture, du commerce et de l'industrie, limite la loi « aux mines, carrières, constructions d'édifices, aux industries qui traitent des matières explosives, aux arsenaux et chantiers de constructions maritimes, aux ateliers occupant plus de 10 ouvriers et employant des moteurs inanimés ». (Art. 2.)

On voit que ce projet n'atteint que la grande industrie et laisse en dehors la petite industrie et l'agriculture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ration intégrale du dommage subi; mais du moins il est toujours indemnisé, au lieu d'être purement et simplement éconduit par une fin de non-recevoir légale. De son côté, si le patron perd le bénéfice apparent du privilège que lui confère l'article 1382 du code civil pour l'obligation de la preuve, il échappe aux dangers de réparation totale dont le menace la jurisprudence humanitaire des tribunaux, ingénieux à découvrir une faute, à la créer même là où elle n'existe pas, de manière à indemniser la victime.

Aussi, sur cette première catégorie qui représente la moitié des accidents, l'accord est-il aujourd'hui à peu près général; mais il n'en va pas de même pour les deux dernières catégories. Elles divisent en deux camps le public très nombreux qui s'intéresse à la loi des accidents, et elles avaient mis aux prises nos deux Chambres. On peut dire que c'est l'un des points aigus de la loi en discussion.

Les uns — et avec eux le Sénat — soutiennent que, s'ils ont consenti, non sans quelque regret, à faire brèche à l'article 1382 par le *risque professionnel* dans les accidents douteux, ils ne voient plus de nécessité semblable quand il s'agit des accidents à responsabilité définie. — Est-ce la faute du patron? il est inique de ne payer à l'ouvrier qu'une indemnité réduite. — Est-ce la faute de l'ouvrier? il n'est pas moins inique d'imputer au patron cette charge, même atténuée. — A chacun les conséquences de ses actes. L'article 1382 reprend donc cette fois sa légitime application et l'on rentre dans le droit commun, après ne lui avoir fait que le minimum de dérogation. Comme surcroît de précaution et pour éviter le doute sur la responsabilité, on ne se contentera pas d'une faute légère, mais on exigera que la faute soit *lourde*. Dès lors, quoi de plus naturel et de plus aisé que de rendre responsable celui qui l'a commise?

Ce principe admis, le texte du Sénat en découle:

D'une part « le chef de l'entreprise sera responsable de tout accident survenu, par le fait du travail ou à l'occasion du travail, à ses ouvriers ou employés, à moins qu'il ne prouve que cet accident est survenu par la *faute lourde* de la victime ».

D'autre part, « si l'accident est dû à la *faute lourde* du chef de l'entreprise ou de ceux qu'il a préposés à la direction et à la surveillance des travaux, les articles 1382 et suivants du code civil continueront à être appliqués ».

Tel est le système du Sénat. Il est logique, conforme à l'équité et l'on comprend très bien la faveur qu'il a obtenue auprès de la haute assemblée.

Le gouvernement s'y est rallié et l'article 3 de son projet dispose que la limitation de la responsabilité patronale « n'est pas applicable au cas où l'accident serait dû à une *faute lourde* du chef de l'entreprise ou de ceux qu'il a préposés à la direction et à la surveillance des travaux ».

Malgré ce que ce système a de séduisant, ce n'est pas celui qu'a préféré la Chambre des députés, en se plaçant, non au point de vue de la justice idéale et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

absolue, mais à celui du règlement pacifique des indemnités auxquelles donne lieu l'accident.

Un accident se produit : c'est déjà un malheur, parfois un très grand malheur. Mais sur ce premier malheur vient trop souvent s'en greffer un autre : la contestation au sujet de la réparation du dommage, le procès entre le patron et la victime pour fixer « le prix du sang ». Quelle que soit l'issue du procès, il aura aigri les rapports dans l'atelier et semé des haines qui fermenteront jusqu'à ce qu'elles éclatent. Il importe donc de trouver une combinaison qui prévienne les procès, qui répare immédiatement le dommage et laisse le minimum de chances à l'introduction de l'agent d'affaires, qui, comme les Harpies antiques, souille et empoisonne tout ce qu'il touche.

C'est ce qu'a recherché le législateur allemand, et l'on peut dire que même les adversaires de son œuvre sont obligés de reconnaître qu'il a du moins atteint ce but. Les patrons, qui articulent de nombreux griefs contre la nouvelle organisation, concèdent qu'elle a détendu leurs rapports avec leur personnel et tari les innombrables procès que suscitait la législation antérieure. Ce résultat est un bienfait très réel qu'on ne peut refuser à la loi du 6 juillet 1884, sans préjudice des critiques qu'elle peut encourir par ailleurs.

Le système du Sénat ne vise pas ce but, et l'on est en droit de craindre que, loin d'éteindre les procès, il ne les provoque. Comment, en effet, les choses vont-elles se passer sous l'empire de ce système? Un ouvrier est blessé; par suite de sa blessure, il a droit à la moitié de son salaire. L'homme d'affaires vient le trouver et l'invite à plaider, à tout hasard, la faute lourde. C'est, lui dira-t-il, une chance à courir, et il en fera miroiter les avantages à ses yeux (1), en se chargeant des avances et des démarches. Comment l'ouvrier résisterait-il à ces suggestions, et comment hésiterait-il à engager le procès pour chercher à démontrer la faute lourde du chef de l'entreprise ou d'un quelconque de ses préposés?

Voilà pour le patron, qui va être ainsi en butte à d'incessantes poursuites. Voici maintenant pour l'ouvrier lui-même. Le patron, soucieux de sa sécurité, ne manquera pas de se substituer des compagnies d'assurances, qui ne sont pas tenues d'avoir des entrailles et n'en auront pas. Pour peu qu'il y ait chance de faire subir à l'ouvrier la déchéance tirée de sa faute lourde, elles s'empresseront de plaider contre lui et pourront parfois le faire avec succès, En un mot, autant d'accidents, autant de procès : c'est la guerre déclarée de part et d'autre, et pour ainsi dire installée en permanence au cœur du travail.

(1) Il est vrai que la loi prévoit à ses articles 12 et 14 que, si la demande est mal fondée, l'assistance judiciaire pourra être retirée et que les frais faits par le chef de l'entreprise pourront être en tout ou en partie compensés avec l'indemnité. Mais l'agent d'affaires se gardera de signaler à la victime cette pénalité, qui sera un frein tout à fait insuffisant au développement des procès.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Chambre des députés a reculé devant ces conséquences et, pour ma part, je l'en applaudis. Elle a donc inscrit dans l'article 1er de la loi le principe que « tout accident... donnerait lieu à indemnité... et que cette indemnité serait à la charge de l'entreprise, quelle que fût la cause de l'accident » (1).

Toutefois, comme on ne peut aller jusqu'au bout d'un pareil système, et qu'il lui faut une soupape de sûreté pour le cas où il devient manifestement injuste, la Chambre des députés a inséré dans la loi deux exceptions au principe général de l'article 1er, l'une visant le patron, l'autre l'ouvrier.

La dernière est ainsi conçue : « Il ne sera dû aucune indemnité *á la victime qui aura intentionnellement provoqué l'accident.* » (Art. 1er.)

Quant à l'exception relative au patron, elle figure à l'article 12, dans les termes suivants : « La limitation de l'indemnité (au taux fixé à l'article 1er) n'est pas applicable, *lorsqu'une condamnation correctionnelle à plus de huit jours d'emprisonnement a été directement prononcée contre le chef de l'entreprise à raison de l'accident.* »

On a reproché à ce paragraphe d'exposer le patron à de nombreuses poursuites correctionnelles, puisque ce serait désormais le seul moyen de le faire condamner à la responsabilité totale. De même que l'impunité, trop souvent assurée à certains crimes devant le jury par la sévérité même de la peine dont ils seraient frappés, a eu pour conséquence de les *correctionnaliser* — d'après un néologisme aujourd'hui admis dans la langue judiciaire —, l'article 12 amènerait « la correctionnalisation » des accidents. Les instigateurs des ouvriers mettraient tous leurs efforts à transporter le procès sur le terrain pénal et y parviendraient fréquemment. On finira toujours bien par trouver quelque précaution que le patron n'aura pas prise, quelque règlement auquel il ne se sera pas conformé : il n'en faudra pas davantage pour le traîner devant le tribunal correctionnel.

La commission parlementaire du travail semble avoir apprécié la valeur de ces objections et s'y être rendue, puisqu'elle a renoncé au système du projet voté par la Chambre et admet dans les articles 38 et 39 de son projet provisoire *la faute lourde* pour diminuer, refuser ou majorer l'indemnité, suivant que cette faute lourde est imputable à l'ouvrier ou au patron (2).

(1) On a encore fait remarquer que l'introduction de la faute lourde dans la loi enlevait toute base scientifique à l'assurance totale. Du moment où il faut compter avec l'appréciation discrétionnaire des tribunaux et avec leur jurisprudence variable, on ne peut plus établir rationnellement des tarifs. Si l'accident est justiciable de l'assurance, il n'en est plus de même pour les conséquences de la faute lourde, lesquelles n'obéissent plus à la règle des grands nombres. On serait donc réduit à des assurances bâtardes, fragmentées, avec restriction et jusqu'à concurrence d'un certain chiffre.

L'assurance obligatoire semble, pour ce motif, difficilement compatible avec la faute lourde; elle s'arrêtera en effet au risque professionnel, laissant, pour le surplus, l'ouvrier sans garantie, comme le patron sans sécurité.

(2) Il est juste de reconnaître que les inconvénients et les dangers signalés plus haut comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'accord est donc établi aujourd'hui entre le Sénat, le Gouvernement et la commission de la Chambre des députés sur le terrain de la faute lourde. Nous ne pouvons nous empêcher d'exprimer le regret que l'autre système n'ait pas prévalu, mais en y introduisant le dispositif de la loi allemande du 6 juillet 1884 qui, succédant à une ère de procès à haute pression, semble avoir pris pour tâche de les éteindre. L'indemnité est due et le taux en est fixé, quelle que soit la cause de l'accident. Ce principe général subit cependant des exceptions qui sont indiquées aux articles 95 et 96 et que l'on peut résumer dans les termes suivants :

« S'il a été constaté par un jugement correctionnel que le chef d'entreprise, ses fondés de pouvoir, représentants ou surveillants, ont *amené l'accident avec intention*, la victime ou ses ayants droit pourront les poursuivre pour obtenir la réparation du dommage subi, en supplément de l'indemnité fixée par la loi. » (Art. 95.)

« Les mêmes personnes, dans le cas où il a été constaté par un jugement correctionnel qu'elles ont amené l'accident *avec intention ou par négligence*, sont responsables des dépenses supportées par les caisses de maladie du fait de l'accident. » (Art. 96.)

Ainsi, dans le système de la loi allemande, si le chef de l'entreprise a causé un accident par sa négligence, les caisses de maladie peuvent lui réclamer le remboursement des charges que cet accident leur a imposées. S'il a causé l'accident *avec intention*, l'ouvrier reprend ses droits contre lui jusqu'à concurrence de la réparation intégrale, au delà de l'indemnité déjà payée par la corporation en vertu de la loi.

Cette soupape de sûreté doit fonctionner rarement, mais nous nous en contenterions pour notre part, à la condition d'une répression sévère contre les patrons qui négligent les mesures de sécurité dans leurs ateliers et de primes notables en faveur de ceux qui appliqueraient ces mesures. C'est au surplus un sujet sur lequel nous aurons l'occasion de revenir tout à l'heure. Moyennant cette sévérité d'une part et ces encouragements de l'autre convergeant à la prévention des accidents, nous estimons qu'on aurait avantage à adopter le système allemand et à renoncer à l'exception de la faute lourde, de peur d'ouvrir la porte aux procès.

III. *Régime des petits accidents.* — Tous les accidents survenus dans l'un des établissements réglementés seront-ils justiciables de la loi?

Les textes du Sénat et de la Chambre admettent le droit à l'indemnité pour tous les accidents donnant lieu à une incapacité de travail de plus de trois jours. On sait, au contraire, que la loi autrichienne ne prend les accidents qu'à partir de

pouvant résulter de l'intervention de la faute lourde au point de vue de la multiplication des procès, sont moins à redouter dans le système de la juridiction paternelle proposée par la commission que dans celui de la procédure ordinaire du droit commun.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la cinquième semaine, la loi allemande à partir de la treizième semaine. La caisse italienne ne paie le subside quotidien qu'à partir du trente et unième jour de l'infirmité.

Il semble en effet que l'organisation qui convient aux premiers secours ne doive pas être la même que celle qui s'applique aux pensions et secours permanents. On a presque partout reconnu la nécessité de deux institutions bien distinctes pour chacune de ces attributions.

Le secours et le traitement médical ne présentent pas le danger d'engager l'avenir; mais ils ont besoin d'être surveillés de près sous peine de fraudes et d'abus. Il est si facile, quand on a une foulure, un effort, une luxation, de prolonger la convalescence aux dépens de la caisse. Aussi, pour les premiers soins, l'expérience a-t-elle démontré qu'il était sage de recourir à des institutions locales, à des caisses particulières, à des sociétés de secours mutuels, qui courent au plus pressé et préviennent efficacement le gaspillage.

A ce premier motif, de soustraire les accidents légers à la loi d'assurance contre les accidents, s'en ajoute un second, non moins décisif : c'est leur nombre absolu et leur proportion par rapport aux accidents graves. Voici en effet les chiffres qui résultent des statistiques allemandes de 1888 à 1890 :

ANNÉES.	NOMBRE DES ACCIDENTS			PROPORTION DES ACCIDENTS LÉGERS	
	LÉGERS.	ENTRAÎNANT indemnité.	TOTAL.	au total des accidents déclarés.	aux accidents à indemnité.
1888.	116821	21236	138057	0,84	5,51
1889.	143425	31449	174874	0,82	4,57
1890.	158233	42206	200439	0,79	3,80
TOTAUX.	418,479	94,891	513,370	0,82	4,40

Ainsi, les accidents légers sont 4 à 5 fois plus nombreux que les accidents dont les conséquences dépassent 13 semaines. L'on comprend dès lors combien il importe de soustraire ces derniers à la loi pour la délester. Elle y gagne de ne s'appliquer qu'aux accidents sérieux qui, par leur gravité même et leur lointaine répercussion, méritent l'intervention de la loi avec ses formes solennelles, ses contraintes et ses garanties.

Cette limitation a été relativement facile pour l'Autriche et l'Allemagne, grâce à l'organisation dont ces pays sont dotés pour l'assurance contre les maladies. Les blessés y sont soignés par la caisse des maladies pendant la première

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

période (1). De la sorte, le système est complet et ne présente ni lacunes ni fissures.

Mais, en France, nous n'avons pas d'assurance officielle contre les maladies. Comme on ne peut songer à laisser le blessé attendre les secours pendant un ou deux mois, l'on comprend bien que la loi assure les accidents dès le troisième jour, malgré l'inconvénient de traiter une égratignure ou une foulure avec la même solennité qu'une blessure suivie de mort.

Toutefois, si l'on se résigne à cette solution en l'absence de toute organisation préexistante, elle cesse de s'imposer là où l'on peut confier à des caisses de secours et à des sociétés de secours mutuels l'office des caisses de maladies allemandes ou autrichiennes. Le projet de loi voté par la Chambre des députés s'était emparé de ces institutions et, dans les articles 9, 10 et 11, il leur confiait le soin de secourir les blessés pendant les trois premiers mois à partir de l'accident, appropriant ainsi de la façon la plus heureuse le système allemand à notre situation nationale.

Grâce à cette combinaison, la loi était dégagée des petits accidents ; les patrons avaient intérêt à multiplier encore ces caisses de fabrique ou caisses de secours déjà si répandues dans l'industrie des mines et à grouper leurs ouvriers autour d'eux, resserrant ainsi les liens de la famille industrielle ; enfin, l'on donnait une nouvelle impulsion aux sociétés de secours mutuels et l'on résolvait du même coup, sans l'obligation, le problème de l'accident et celui de la maladie.

C'est dans ce même esprit que le projet de loi présenté le 13 avril dernier au Sénat italien par le Gouvernement met à la disposition du ministre de l'agriculture et du commerce des ressources pour « encourager ou subventionner les sociétés de secours mutuels qui prennent à leur charge les secours à accorder aux blessés pendant les deux premières semaines après l'accident ».

Le projet de loi du Gouvernement français s'est surtout placé au point de vue « des invalides de travail ». Toutefois, « comme il aurait paru rigoureux, dit l'exposé des motifs, de refuser une indemnité aux ouvriers qu'un accident oblige à un chômage prolongé, les incapacités temporaires absolues de trois mois au moins ont été inscrites à la suite des incapacités permanentes ».

Cette élimination des petits accidents et de la première période des accidents graves était nécessaire pour assurer le fonctionnement pratique du système d'après lequel est conçu le projet et que nous allons exposer tout à l'heure. Mais elle laisse subsister une lacune qui n'a pas échappé aux auteurs de ce projet et qu'ils ont sans doute l'intention de combler par une organisation parallèle de l'assurance contre les maladies.

(1) Cette restriction a, entre autres conséquences, celle de faire participer d'une façon indirecte, à la charge des accidents, les ouvriers qui contribuent pour les deux tiers aux dépenses de la caisse des maladies, tandis qu'ils sont complètement étrangers aux charges de la caisse contre les accidents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette lacune « regrettable » est expressément reconnue par MM. les députés Ricard et Guieysse dans leur proposition de la loi du 26 janvier 1891, qui, s'inspirant, par certains côtés, du projet gouvernemental, subit, comme ce projet, la nécessité d'écarter les petits accidents, mais annonce une proposition ultérieure destinée « à l'organisation des secours pour les victimes d'accidents entraînant une incapacité de travail inférieur à trente jours ».

En attendant cette organisation à venir, la commission parlementaire n'a pas cru pouvoir laisser sans solution immédiate ce problème des petits accidents et des premiers secours, et reprenant les dispositions du projet voté par la Chambre, elle a admis l'indemnité à partir du troisième jour; mais elle a soustrait aux obligations de la loi des patrons, qui ont à leurs frais créé des caisses particulières de secours ou affilié leurs ouvriers à des sociétés de secours mutuels approuvées ou autorisées, pourvu que ces sociétés ou ces caisses s'obligent à payer, outre les frais de traitement des blessés, une indemnité de moitié de salaire pendant la durée de la maladie, ou au moins pendant les trente premiers jours.

Il semble que, dans l'état actuel de notre législation, ce parti, auquel s'est arrêtée la commission parlementaire, concilie heureusement les intérêts de l'humanité avec les encouragements à donner à l'essor des sociétés de secours mutuels ou des caisses de secours, qui sont la véritable solution de cette difficulté.

IV. *Taux de l'indemnité.* — Nous venons de voir à quels établissements et à quels accidents s'appliquerait la loi. Nous avons maintenant à nous demander sur quelles bases seront fixées les indemnités attribuées aux victimes de ces accidents.

Ici encore, deux principaux systèmes sont en présence : l'un, qui inscrit dans la loi un taux immuable par rapport au salaire pour les cas les plus nets, tels que la mort de la victime ou l'incapacité permanente absolue du travail; l'autre, qui se borne à indiquer un maximum et un minimum entre lesquels les juges pourront se mouvoir d'après les circonstances de l'affaire.

Le premier système est celui de la loi allemande qui, pour l'invalidité totale, fixe l'indemnité aux 2/3 du salaire; celui aussi de la loi autrichienne, qui la fixe aux 3/5. Le second est celui du projet voté, en 1888, par la Chambre des députés, qui a adopté les deux limites du 1/3 et des 2/3, l'écart entre ces deux limites constituant une marge laissée aux juges pour apprécier la responsabilité civile des patrons.

Le projet du Sénat et celui du Gouvernement ont supprimé cette latitude et admis que, dans ce cas d'invalidité totale, l'indemnité serait de 1/2 du salaire. La commission parlementaire s'est ralliée à ce système en principe, mais en adoptant comme quotité le taux maximum du projet primitif, c'est-à-dire les 2/3 du salaire (1).

(1) Le dernier projet de loi italien donne au Gouvernement le droit de déterminer par décret royal, après avis de la caisse nationale d'assurances, le minimum de l'indemnité à payer aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme il est très difficile, sinon même impossible de déduire les indemnités, si l'expérience démontre qu'elles sont exagérées, il semble prudent de débuter par un taux modéré, tel que celui de moitié, sauf à le relever plus tard.

Sous cette réserve, on doit applaudir au principe d'une indemnité fixe, au lieu de l'indétermination qui ouvrirait la porte à l'action néfaste des agents d'affaires et à la multiplication des procès. Avec ce système, plus n'est besoin de mettre en mouvement des tribunaux judiciaires pour instruire et juger les questions d'accidents. Il suffit d'un appareil administratif chargé de constater l'identité de la victime, la matérialité de l'accident et ses conséquences au point de vue de l'incapacité de travail.

Si la nouvelle loi inflige de lourdes charges aux patrons, que du moins elle leur assure, en échange, la paix avec leurs ouvriers et ne greffe pas un procès sur chaque accident. (*A suivre.*)

INDUSTRIE

DU RÔLE DES BREVETS D'INVENTION DANS LES PROGRÈS DE L'INDUSTRIE, PAR M. J. ARMENGAUD JEUNE (1).

Par une fiction que permet la circonstance solennelle qui nous réunit aujourd'hui, supposons que nous étions au 25 mai 1791, c'est-à-dire ramenés à cent ans en arrière, lorsque l'honorable M. Huard a présenté son magistral exposé de la première loi en France sur les brevets d'invention. Un siècle a passé, pendant lequel nous avons dormi comme dans le conte de la Belle au Bois dormant. A notre réveil, notre première pensée est de nous demander ce qu'il est advenu de cette belle institution de la Révolution. Nous avons hâte de savoir quels fruits a portés l'œuvre du législateur de 1791, quel a été le rôle des brevets dans les progrès qui se manifestent à nos yeux, quelle influence l'institution qui les régit a eue sur la marche de la civilisation.

Répondre à ce désir, telle est la part qui m'a été dévolue dans les conférences qui occupent cette première journée du Centenaire. La tâche est lourde,

assurés atteints d'accidents, en tenant compte de la nature de l'accident et du salaire de l'intéressé. Le décret royal qui fixera l'indemnité minimum sera converti en loi dans le délai d'un an à partir de sa signature.

En pareille matière, le Gouvernement est plus apte que la Chambre à statuer en parfaite connaissance de cause. Le projet laisse d'ailleurs aux associations libres et aux sociétés d'assurances la faculté d'appliquer d'autres combinaisons, pourvu qu'elles soient au moins équivalentes à celle de la caisse nationale.

(1) Conférence faite le 25 mai 1891, au Conservatoire des Arts et Métiers, à l'occasion du centenaire de la loi de 1791.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

car le sujet est vaste, complexe, difficile à traiter. Il importe de le préciser.

Ce n'est pas un historique des découvertes industrielles que j'ai la prétention d'entreprendre devant vous. Déjà, ce matin, M. le colonel Laussedat, l'éminent directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, dans sa belle allocution de bienvenue, nous a montré l'enfantement des principales inventions dont les premières manifestations, sous forme de modèles, se trouvent, comme de pieuses reliques, recueillies dans cet ancien prieuré de Saint-Martin-des-Champs, heureusement transformé en musée industriel.

Après lui, avec une éloquence chaude et communicative, M. Wilfrid de Fonvielle nous a cité des exemples des premiers privilèges accordés aux inventeurs sous le régime de l'arbitraire avant 1791.

Ce dont je désire vous entretenir, c'est donc moins des inventions en elles-mêmes que des brevets qui les ont enregistrées, de ces actes qui constituent en quelque sorte leur état civil. Je voudrais vous montrer le lien qui existe entre la marche ascendante des brevets pris annuellement dans les principaux pays et surtout en France, et les évolutions que traverse le progrès dans les principales branches de l'industrie.

Tel est surtout le point de vue que je voudrais mettre en lumière devant vous. Ainsi limité, il est encore assez étendu, et je ne peux que l'esquisser devant vous. Je m'estimerai heureux si, à défaut d'un tableau complet, la silhouette que je vais tracer offre encore assez d'intérêt pour retenir votre bienveillante attention.

Ainsi donc l'Assemblée constituante, après avoir, dans la nuit du 4 au 5 août 1789, voté l'abolition des privilèges et la suppression des jurandes et des maîtrises, et proclamé la liberté du travail, décrétait le 7 janvier 1791 la loi promulguée le 25 mai suivant, reconnaissant le droit de l'inventeur sur sa découverte. Mais cette garantie était subordonnée à une condition primordiale, essentielle, c'est que l'inventeur ferait connaître sa découverte par une description et des dessins ou des modèles joints à sa demande, pour que le domaine public puisse en jouir à l'expiration du brevet. A l'inventeur, jouissance exclusive mais temporaire; à la société, jouissance perpétuelle mais différée. Telle est la transaction admirable dont le premier effet est la révélation de l'invention.

Les brevets deviennent donc des documents qui mettent au jour les découvertes. Grâce à eux, plus de procédés perdus, de moyens tombant dans l'oubli parce que leurs inventeurs les avaient tenus secrets pour ne pas en être dépouillés. Les brevets que l'on peut consulter, que l'on publie, deviennent ainsi des agents de transmission du progrès; ils enrichissent le domaine public des connaissances nécessaires à la marche de la civilisation.

Voilà le caractère du brevet qui regarde la société. C'est son premier résultat social. Mais il y a l'autre caractère qui intéresse l'inventeur et qui n'est pas le moins important. C'est parce qu'il sait qu'il sera protégé que le chercheur,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'homme d'imagination, l'industriel désireux de perfectionner sa fabrication continue ses investigations. Le mobile qui le pousse est qu'il sera ainsi conduit à la fortune puisqu'il pourra seul, pendant un temps déterminé, profiter du produit de sa découverte.

C'est, il faut bien l'avouer, le but général que poursuit l'inventeur. Sans doute le monde a connu quelques exemples de désintéressement. Mais il n'est pas douteux que ceux qui inventent un nouveau procédé, s'ils ont à cœur de servir les intérêts de l'humanité, n'oublient pas les leurs et qu'ils obéissent, comme les autres hommes, à la voix impérieuse du dieu argent. C'est une des conditions de la lutte pour l'existence et cet appât d'un gain légitime, justifié par le brevet, est le meilleur aiguillon pour faire surgir les découvertes utiles en conciliant l'intérêt de l'inventeur et celui de la société.

Ces deux caractères du brevet ayant été rappelés, voyons comment ils se sont vérifiés par les faits.

On a dressé dans tous les pays l'inventaire des brevets. Ce sont des répertoires ou des catalogues qui les indiquent année par année en les rangeant quelquefois par catégories d'inventions. Avec ces éléments, nous avons pu suivre la marche des brevets pris en France depuis 1791 jusqu'à nos jours. Nous en avons fait une représentation graphique par la courbe qui est sous vos yeux. (Voir pl. 69.)

Suivant l'expression en usage, elle est la caractéristique du mouvement de l'invention. Nous avons fait de même pour les brevets pris en Angleterre, aux États-Unis, en Italie et en Allemagne, depuis la nouvelle loi de 1877.

On constate d'abord que les brevets ont atteint des chiffres qu'on pourrait trouver fantastiques, si on les comparait au petit nombre d'inventions qui ont atteint la célébrité. Que de fois n'avons-nous pas entendu cette exclamation : Dans cette multitude de brevets combien y en a-t-il de sérieux? On se trompe si l'on croit qu'il y a autant de brevets absolument nuls ou même insignifiants ou inutiles. Il est vrai qu'il n'existe qu'un nombre restreint de découvertes heureuses, fécondes, originales, hors de pair. Mais la plupart des brevets portent sur des perfectionnements, des innovations, des changements ingénieux, et il ne faut pas oublier que c'est le plus souvent par une longue série de perfectionnements de détail dans une industrie que se développe la puissance productive, qui, à son tour, tend à multiplier la richesse et à propager le bien-être du genre humain.

Les brevets sont des jalons plantés sur le chemin du progrès et qui en marquent les étapes; ils sont de taille et d'importance variables; mais la plupart, sinon tous, ont servi de guide aux chercheurs et les ont dirigés vers le but à atteindre.

Nous pourrions comparer aussi l'ensemble des brevets à une armée dans laquelle il y a des généraux qu'on connaît, qu'on admire, qui ont la gloire, et des officiers plus modestes, des soldats obscurs. Combien ne peuvent suivre et tombent en route avant d'arriver au lieu du combat! Rares sont ceux qui survivent,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais tous ou presque tous ont contribué à la victoire remportée sur l'indifférence, la routine, et sur l'esprit de dénigrement qui paralyse la marche de la civilisation.

Abordons maintenant l'examen de la courbe des brevets français, à partir de la promulgation de la loi de 1791.

A titre de curiosité, disons que le premier brevet demandé sous le régime de cette loi l'a été par un sieur Ollivier, pour la fabrication de divers objets de poterie.

Les brevets des premières années portent principalement sur les produits céramiques, les composés chimiques, les machines hydrauliques. Nous en trouvons au début un certain nombre pour des plans et combinaisons de finances. Mais, heureusement, la loi du 29 septembre 1792 est venue interdire la délivrance des brevets pour des projets de cette nature qui n'avaient aucun caractère industriel et qui, inspirés le plus souvent par la fantaisie ou le charlatanisme, ne pouvaient que favoriser le jeu et la spéculation.

Parmi les brevets qui nous rappellent des noms et des inventions célèbres, signalons d'abord celui de Glauber, du 26 août 1791 (préparation du sulfate de soude), et celui de Nicolas Leblanc, du 25 septembre 1791 (fabrication de la soude artificielle). La statue de Nicolas Leblanc, dont la vie et les travaux sont si connus aujourd'hui, se dresse dans la cour du Conservatoire des Arts et Métiers et fait pendant à celle de Denis Papin. Ces statues commémoratives, élevées de nos jours, sont un hommage rendu à deux inventeurs, l'un avant, l'autre après la loi de 1791. Ce n'est pas la faute de cette loi si Nicolas Leblanc n'a pas tiré de son invention les profits qu'il devait en attendre; il fut, on le sait, la victime d'une foule de circonstances tenant à l'état d'agitation de cette époque.

Arrêtons-nous sur le brevet, obtenu le 12 septembre 1791, par le sieur Baudivry-Laval, et qui offre cette particularité qu'il lui fut délivré en remplacement du privilège royal qui lui avait été donné, le 12 septembre 1786, pour l'invention des grues destinées aux chargements, déchargements et à la mâture des vaisseaux.

Citons le brevet délivré le 28 septembre 1799 (6 vendémiaire an VIII) à Philippe Lebon, sous le titre de thermolampe, forme sous laquelle il proposait l'application industrielle du gaz extrait de la houille, d'après la découverte faite par James Clayton en 1739.

Après lui nous trouvons, au 2 brumaire an IX (24 octobre 1800), le brevet de Carcel et Carreau pour la lampe à mouvement d'horlogerie dénommée par eux « Lycnomena ».

Au 2 octobre 1803, signalons le brevet accordé pour un bateau à hélice au sieur Dallery, précurseur de Sauvage, qui réalisa le premier l'application pratique du propulseur.

La période tourmentée qui suivit la promulgation de la loi de 1791 ne lui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permit pas de donner tout ce qu'on en pouvait espérer. Le nombre de brevets, qui fut de 34 en 1791, de 29 en 1792, tomba à 4 en 1793 et varia de 5 à 10 jusqu'à 1798. Il s'élève avec quelque variation pendant l'Empire et il atteint le chiffre de 96 en 1812, mais descend à 53 en 1814. Sous la Restauration, on voit la courbe monter jusqu'en 1829 (452 brevets); elle s'infléchit en 1830 (366 brevets), 1831 (220 brevets), elle se relève sous la monarchie de Juillet et le nombre des brevets est de 1 439 en 1843, année qui précède la loi réformatrice de 1844, qui nous régit actuellement. Cette loi, tout en reposant sur les principes fondamentaux de la loi de 1791, améliorait son aînée sur deux points très importants : d'une part, le fractionnement en annuités de 100 francs de la taxe de 500, 1 000 ou 1 500, selon qu'il s'agissait d'un brevet demandé pour 5, 10 ou 15 ans, et la faculté pour l'inventeur français de se faire breveter à l'étranger sans encourir la perte de ses droits.

A partir de 1844, le nombre des brevets se trouve porté à 2 000 environ par année jusqu'en 1847; il tombe à 853 en 1848, puis remonte à 2 462 en 1851; il suit une marche ascendante pendant les premières années du second Empire, il est doublé en 1855 (4 056 brevets), et à partir de cette année, il reste à peu près stationnaire, arrivant seulement à 4 579 en 1869.

Pendant les années terribles, le nombre des brevets s'effondre à 3 029 (1870) et 2 325 (1871); il remonte assez rapidement à 4 000, 5 000, et atteint le chiffre de 6 348 en 1878, année de la grande Exposition universelle. Il continue à s'élever graduellement pour atteindre le chiffre de 7 810 en 1889 et celui de 7 634 en 1890.

En résumé, le nombre total des brevets avait été de 17 300 environ de 1791 à 1844; il a atteint le chiffre de 212 000 de 1844 jusqu'à ce jour.

Tel est le mouvement des brevets en France depuis 1791. Il convient de le comparer avec celui des brevets dans les principaux pays industriels. Cette comparaison ressort avec évidence du tableau ci-joint.

Rien n'est plus saisissant que la marche rapide des patentes américaines (il s'agit de celles qui ont été accordées, plus des 2/3 de celles qui sont demandées). Sauf dans la période de 1870 à 1878, où il y a un abaissement notable, le nombre annuel des brevets s'est accru périodiquement, pour arriver à 25 000 par an, plus du triple de celui des brevets français.

Le nombre total des patentes accordées aux États-Unis depuis leur loi de juillet 1836 a dépassé le chiffre fabuleux de 451 000. C'est la pierre de touche du développement extraordinaire de l'industrie dans la grande République américaine.

En Angleterre, pays qui peut s'honorer d'avoir le premier institué une loi pour protéger les inventions (statut royal de Jacques I^{er} en 1623), le nombre des patentes n'a pris un développement important qu'à partir de la loi adoptée le 17 juin 1852 et sanctionnée par la reine le 1er octobre de la même année. Mais si la loi était libérale en ce que, comme celle des États-Unis, elle n'imposait aucune

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

obligation au patenté pour l'exploitation de son invention, elle rendait la protection donnée à celui-ci des plus onéreuses à cause des taxes énormes qu'il avait à payer, soit pour la prise de sa patente définitive, devant suivre dans les six mois celle de la protection provisoire, soit pour le maintien en vigueur de cette patente.

La loi relativement récente du 25 août 1883, entrée en vigueur le 1er janvier 1884, en portant de six à neuf mois la durée de la protection provisoire, et en abaissant notablement le montant des taxes, a donné une impulsion extraordinaire au mouvement des patentes. Disons, en parenthèse, que cette loi comprend, outre les brevets d'invention, les dessins industriels et les marques de fabrique. Les Anglais, en groupant par une seule et même loi ces trois branches de la production industrielle, sont entrés dans l'esprit de la convention internationale du 25 mars 1883 à laquelle ils ont adhéré immédiatement après. C'est un bon exemple à recommander à nos législateurs français qui n'osent pas toucher à la loi vermoulue de 1806 sur les dessins de fabrique, et qui hésitent à réformer la loi de 1844 qui a besoin d'être mise à la hauteur des progrès et des transformations qu'a subis le champ industriel depuis cinquante ans.

Sur le tableau nous avons figuré deux courbes statistiques : celle des patentes demandées (protection provisoire) et celle des patentes scellées depuis 1760 (cent cinquante ans après l'acte de Jacques Ier). On voit que la loi favorable de 1884 donne un élan significatif aux patentes, puisque le nombre des demandes saute brusquement de 6 000 à 17 000 dans l'année 1884. En 1890, il atteint le chiffre de 22 000, tandis que celui des patentes accordées arrive à 13 000, soit plus des deux tiers, proportion qui se maintient à peu près la même depuis la loi de 1852. Ainsi, en Angleterre, près du tiers des inventeurs renoncent à poursuivre leur privilège dans les neuf premiers mois ; mais ce n'est pas généralement un abandon définitif, car le secret étant conservé pendant la protection provisoire, ils peuvent renouveler leur demande lorsqu'ils ont mûri et perfectionné leur invention.

La législation des brevets en Italie a subi diverses variations au fur et à mesure des annexions qui ont amené l'unité italienne.

Par le décret du 30 octobre 1859, Victor-Emmanuel déclara applicable à la Lombardie et à la Vénétie la loi du 12 mars 1855. La loi du 31 janvier 1864 étendit, en la modifiant, la précédente loi à tout le royaume d'Italie.

Le diagramme qui est à la partie inférieure du tableau montre la marche assez régulièrement ascendante des brevets italiens; leur nombre, qui n'était guère supérieur à 500 avant 1870, arrive à près de 2 000 en 1890.

Nous terminerons cette revue statistique par un aperçu des résultats de la loi qui régit les brevets en Allemagne depuis 1877. Cette loi a remplacé les nombreuses lois particulières des États qui composaient la Confédération germanique. Elle a pour principe, comme aux États-Unis, l'examen préalable des inventions;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de là un écart assez notable entre le nombre des demandes déposées et celui des brevets accordés. Les premières se sont élevées de 5 000 en 1877 à près de 12 000 en 1890. Quant aux brevets délivrés, leur nombre est resté à peu près stationnaire, oscillant autour de 4 000 par an. En France, notre doctrine en matière de brevets est tout à fait opposée à celle qui a présidé à la loi allemande. Chez nous, pas d'examen portant sur la nouveauté ou la brevetabilité de l'invention. Nous partageons l'opinion du marquis de Boufflers, le célèbre rapporteur de la loi de 1791, et sur la vie duquel l'éminent membre de l'Institut, M. Levasseur, fera ce soir la conférence qui clôturera la première journée de ce Centenaire. Nous pensons comme lui qu'au moment où naît l'invention, il n'y a pas lieu d'apprécier sa valeur.

Quels peuvent être les juges, les contradicteurs de l'inventeur, lorsqu'il demande son privilège? « C'est, disait l'éloquent rapporteur, un tribunal qui juge des choses qui n'existent pas encore, et qui, à son gré, leur permet ou leur défend de naître, un tribunal qui n'entend que lui-même, qui procède sans contradiction, et qui craint d'être responsable lorsqu'il autorise et qui ne risque rien lorsqu'il proscrit, un tribunal qui prononce sans appel dans des causes inconnues, où l'expérience serait la seule procédure, et où le public est le seul juge compétent. »

Quels excellents arguments à opposer aux partisans de l'examen préalable! Et d'ailleurs, les faits ne sont-ils pas là pour montrer qu'il n'y a pas besoin d'examen pour rendre nuls ou inutiles les mauvais brevets. La sélection s'opère d'elle-même entre les brevets sérieux et ceux qui ne le sont pas. La meilleure preuve nous est fournie par la façon dont les brevets sont entretenus dans les pays qui exigent pour le maintien de leur validité le payement de taxes annuelles ou annuités.

En France par exemple, en prenant les moyennes dans un tableau dressé par M. Dumoustier de Frédilly, chef du bureau de la Propriété industrielle au Ministère du Commerce et de l'Industrie, on constate que le défaut de versement de la deuxième annuité fait tomber après la première année environ 55 p. 100 des brevets. Il en reste seulement 35 p. 100 après la deuxième année, 25 p. 100 après la troisième, et à la dixième année, on en rencontre moins de 10 p. 100. Enfin, c'est au centième à peine que se trouvent réduits les brevets après la quatorzième année, pour expirer de leur belle mort à la fin de la quinzième.

Il en est à peu près de même en Angleterre. Aux États-Unis, où la patente ne peut être déchue pour une question de taxe, puisque la taxe est payée une fois pour toutes au moment de l'accord du privilège, les patentes tombent d'elles-mêmes en désuétude. Malgré ce maintien légal de la validité des patentes américaines, la prospérité industrielle des États-Unis est là pour montrer qu'elles ne font pas obstacle au progrès.

Un brevet, quel qu'il soit, n'a pas d'effet rétroactif, et il ne peut empêcher de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire après ce que l'on faisait avant. Cet axiome suffit pour fermer la bouche aux adversaires et aux détracteurs des lois qui protègent les inventeurs.

De la statistique graphique que nous avons présentée, on peut tirer plusieurs enseignements.

Considérées dans leur ensemble, toutes les lignes qui représentent les brevets dans les différents pays sont ascendantes, ce qui prouve que le nombre des innovations et des perfectionnements ne cesse de croître en même temps que se développe la civilisation. Mais en examinant de plus près les fluctuations de chaque ligne, on peut constater les causes qui influent sur le mouvement des inventions. Nous nous arrêterons aux principales.

La première réside dans la situation morale et politique du pays. Tandis que les agitations des révolutions, l'état de guerre, font infléchir la ligne des brevets, on la voit remonter dans les périodes de calme et de prospérité. Dans les années qui suivent celles des Expositions, on reconnaît que le rassemblement dans un même pays des produits variés de l'industrie est une des sources fécondes où vient puiser l'imagination des inventeurs.

Par comparaison entre les mouvements des brevets dans les différents pays, on voit que le régime social et économique est le facteur le plus important. Comme l'a dit Montesquieu, les pays sont cultivés, non en raison de leur fertilité, mais de la liberté dont ils jouissent.

En particulier, la progression des brevets se ressent de la nature de la législation qui les régit. Si elle est libérale, si, comme en Angleterre et aux États-Unis, on sait la modifier, l'améliorer en temps opportun, on voit les brevets s'accroître avec une rapidité surprenante. En France, ils prennent un élan remarquable avec la loi de 1844. La nouvelle loi que nous appelons de tous nos vœux, avec les réformes que vous présentera tout à l'heure l'honorable M. Casalonga, qui préside cette séance, remettra sous ce rapport notre nation à la hauteur de ses rivales.

Mais la cause la plus importante, celle qui exerce l'influence la plus sensible sur la marche des brevets, a son essence dans l'invention elle-même mise au jour par le brevet. Nous disons l'invention, et non pas la découverte scientifique; car s'il est vrai que la révélation d'une loi de la nature, l'observation d'un nouveau phénomène physique doit ouvrir la voie au chercheur, il faut constater que la plupart de ces lois et de ces phénomènes ont été trouvés avant ce siècle qui, dans la postérité, prendra le nom de siècle des applications industrielles.

C'est au moment où surgit une de ces applications sous l'impulsion créatrice de l'inventeur que l'on voit aussitôt naître autour d'elle une foule d'inventions dérivées de la même conception, qui sont autant de satellites gravitant autour de l'astre principal. L'invention engendre l'invention, le progrès appelle le progrès.

Enfin, de même que les premières recherches ont été inspirées à l'homme par la nécessité de lutter contre les éléments, de se défendre contre les êtres malfai-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sants qui l'entourent, de même la recrudescence d'un de ces dangers fait découvrir des armes pour les combattre. De nouveaux besoins suscitent de nouveaux moyens pour y satisfaire. Il se produit une espèce d'entraînement, comme une sorte de répercussion des inventions les unes sur les autres. Ces effets sont complexes, et pour les mieux faire sentir, il faut étudier de plus près le mouvement des brevets, en les examinant soit dans les différentes branches de l'industrie, soit dans certaines catégories d'inventions.

Commençons par l'agriculture. — Dans le graphique ci-contre (fig. 1), j'ai fait figurer seulement les brevets relatifs aux *machines agricoles proprement dites et aux engrais*. On voit que la courbe de ces brevets, qui s'est élevée de 21 en 1844 à 217 en 1860, après s'être infléchie en 1870, est remontée vivement pour atteindre son maximum en 1878 avec 329 brevets.

Une première remarque à faire, c'est que les brevets de machines agricoles se répartissent à peu près également entre les trois classes, selon lesquelles feu M. Hervé-Mangon, le savant professeur du Conservatoire, qui fut ministre de l'Agriculture, a rangé les machines agricoles, savoir :

1° Les instruments destinés à la préparation du sol, charrues, extirpateurs, herses, rouleaux;

2° Les semoirs;

Et 3°, les instruments pour la récolte : faucheuses, moissonneuses.

La charrue, qui est le plus ancien de ces instruments, a conservé ses trois organes essentiels : le coutre, le soc et le versoir; mais les dispositions, variables à l'infini, suivant lesquelles on peut les grouper avec les organes accessoires de l'instrument, l'âge, le sep, le régulateur, ont donné lieu à un grand nombre de brevets.

La division de la propriété dans notre pays n'a pas permis au labourage à vapeur de s'y étendre comme en Amérique; le morcellement du sol paralyse même l'emploi des moissonneuses. Mais entre l'outil à main, la bêche ou la houe et la machine entièrement automatique, on a inventé récemment en Amérique des instruments intermédiaires qui sont montés sur une ou deux roulettes et qu'il suffit de pousser en avant pour esherber, nettoyer, sarcler, etc., sans avoir à se baisser. On doit encourager l'usage de ces instruments qui, s'ils étaient généralisés, nous éviteraient le spectacle affligeant de ces travailleurs des champs courbés avant l'âge.

Notre tracé comprend les brevets pris pour les engrais et en général les matières d'origine animale, minérale ou végétale, destinées à conserver, augmenter ou rétablir la fécondité du sol. Les phosphates prennent une place importante dans cette série, ainsi que les composés inventés pour la destruction du phylloxera et des parasites de la vigne.

La culture dite intensive, appuyée sur les progrès de la chimie et de la physiologie végétale, commence à se développer dans notre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une preuve palpable des résultats obtenus a été donnée par les remarquables tableaux de statistique graphique de M. Armengaud aîné, père, dont la famille, ici en partie présente, porte encore le deuil et pour qui je dois laisser à d'autres le soin de payer le juste tribut d'éloges mérité par ses ouvrages de technologie industrielle. L'un de ses tracés relatif au blé, embrassant une période de cent ans jusqu'en 1889, montre que la production moyenne du blé par hectare a presque doublé dans notre pays.

D'après les expériences citées par M. Grandeau, la production a pu atteindre 40 hectolitres par hectare. S'il en était ainsi pour tout le territoire emblavé en France, notre pays non seulement ne serait pas tributaire de l'Amérique, mais encore pourrait alimenter une grande partie de l'Europe.

Le deuxième tracé (fig. 2) comprend les brevets qui se rapportent à la *métallurgie du fer*, autrement dit à la sidérurgie. Le fer est de beaucoup le plus important et le plus abondant de tous les métaux; cependant on ne le trouve que rarement à l'état natif et l'homme est obligé de recourir à un travail assez pénible pour l'extraire de son minerai. Ce qui prouve la rareté de ce métal dans l'antiquité, c'est qu'un morceau de fer était la récompense qu'on s'estimait heureux de gagner dans les joutes auxquelles se livraient les héros de la Grèce primitive.

On sait que le fer se présente sous trois états : la fonte, facile à couler, mais cassante; le fer proprement dit, ductile, nerveux, se martelant et se soudant, et l'acier, qui a plus de grain et qui se modifie et se durcit par la trempe. Les deux états extrêmes sont dus au plus ou moins de carbone associé au fer; la fonte en renferme plus que l'acier. Ce dernier métal résulte soit de la carburation du fer (acier cémenté), soit de la décarburation de la fonte (acier Bessemer).

Le procédé de cémentation théoriquement indiqué par Réaumur en 1740 a été appliqué pratiquement la première fois par Huntsman, horloger de Doncaster, à qui il fut dérobé dans une circonstance assez dramatique, par un certain Walker qui s'introduisit dans sa forge la nuit, déguisé en mendiant. Huntsman n'avait pas voulu prendre une patente sous le régime du bill de Jacques I^{er}, afin de garder le secret de sa méthode. On voit qu'il fut puni cruellement de sa négligence ou de son mauvais vouloir, puisque d'autres tirèrent profit de son invention.

La découverte vraiment saillante en ce qui regarde l'acier est celle de Bessemer en 1855; ce procédé admirable de simplicité consiste, on le sait, à faire traverser par de l'air atmosphérique un bain de fonte renfermé dans une cornue de forme spéciale dénommée convertisseur. L'air oxyde le carbone de la fonte qui reste à l'état liquide, loin de tout foyer de chaleur, et se décarbure ainsi partiellement. En pratique, on pousse même la décarburation presque jusqu'au fer fondu, en rendant à la fin de l'opération le carbone nécessaire à la constitution de l'acier par une addition de fonte spéculaire ou de ferro-manganèse. L'idée de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette addition est due, dit-on, à Mushet, elle est consignée dans une patente prise par ce dernier en 1859.

A côté de Bessemer, deux Français, MM. Martin père et fils, le premier, ancien officier d'artillerie en 1814 et devenu maître de forges, reprenant le principe de Réaumur et mettant heureusement à contribution l'emploi du four à génération de chaleur imaginé par Siemens en 1860, imaginèrent en 1861 le procédé de fabrication sur sole de l'acier qui porte leur nom.

Les deux procédés Bessemer et Martin ont donné lieu à beaucoup de perfectionnements et, par conséquent, à un grand nombre de brevets en France, comme le prouve la partie ascendante du tracé graphique depuis 1855 jusqu'en 1869. Parmi les brevets pris dans ces vingt dernières années, nous signalerons principalement celui de M. Gilchrist Thomas qui, en 1878, inventa pour les convertisseurs le garnissage basique, grâce auquel on peut traiter les fontes phosphoreuses, et ainsi éliminer le phosphore qui, comme le soufre, est, même à petites doses, un élément hostile du fer et de l'acier. Généralisant le système de M. Thomas, MM. Remaury et Valton ont, dans ces dernières années, par leur brevet de 1889, proposé un revêtement en fer chromé pour les fours à haute température, en réalisant ainsi un garnissage neutre indifférent aux réactions silico-alumineuses dolomiques ou magnésiennes et permettant le dosage mathématique de la charge pour arriver à l'obtention d'un métal parfaitement déterminé.

Grâce à ces divers procédés, la fabrication du fer et de l'acier, loin d'être livrée au hasard ou à l'habileté manuelle comme dans les anciens procédés du puddlage ou de la cémentation, peut s'effectuer d'une manière rationnelle et sûre et permet de fournir le métal de propriété et de qualité voulues pour ses diverses destinations, depuis l'acier de l'aiguille à coudre jusqu'à celui des rails, des canons et des plaques de blindage. Citons en dernier lieu le procédé de trempe au plomb breveté par M. Évrard en 1889 et applicable aux pièces d'acier de grandes dimensions.

Il serait trop long de signaler tous les brevets pris pour des applications de l'acier employé en remplacement du fer et même d'autres métaux; la plus importante est celle des rails de chemins de fer. D'après les expériences du général Morin et de M. Tresca, dont je suis heureux de saluer les noms au passage dans ces lieux tout remplis de leur souvenir, les rails en acier doivent offrir une résistance trente fois supérieure à celle du fer, et la pratique l'a déjà sanctionné.

C'est avec une rapidité surprenante que s'est accrue la production de l'acier en France. De 5000 tonnes qu'elle était en 1836, elle s'est élevée à 22000 en 1855, 40000 en 1865, 110000 en 1869, 388000 en 1885 pour atteindre 525000 en 1888. Et cependant, nous sommes en cela bien inférieurs à l'Angleterre et aux États-Unis, pays qui ont produit en 1888 : le premier 3094000 tonnes et le second 3400000. On juge par ces chiffres quels services doit rendre l'acier dans l'indus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trie. On a donc eu raison de dire que Bessemer, en imaginant son remarquable procédé, a fait pour l'humanité une découverte plus importante que celle d'une mine d'or.

Il n'y a pas lieu de s'étonner que l'*électricité*, surtout dans ces vingt dernières années, ait suscité un nombre considérable de brevets. C'est ce que montre la figure affectée à ces brevets (fig. 3). Elle comprend une courbe générale pour l'ensemble de l'électricité et des courbes spéciales pour les principales branches de celle-ci : les machines magnéto ou dynamo-électriques, les piles, la lumière, les téléphones. Le temps nous a manqué pour faire le relevé des brevets se rapportant à la télégraphie et à l'électro-chimie. Je dois dire cependant que cette dernière application de l'électricité est, à mon sens, appelée à un grand avenir. L'électricité intervenant à la fois comme générateur de chaleur et agent de décomposition chimique permet de produire directement du cuivre (procédé Marchesi), de l'aluminium (procédé Kleiner et Minet) ; elle nous réserve bien d'autres surprises.

La courbe totale monte par saccades assez régulièrement jusqu'à l'année 1877, où elle fait tout à coup un bond prodigieux qu'expliquent les découvertes relatives à la téléphonie et à la lumière électrique, cette application suscitant à son tour, d'après la remarque que nous avons faite dans notre exposé, les progrès de la machine dynamo-électrique, c'est-à-dire de la source mécanique d'électricité.

Dans la courbe des brevets de machines, je cite rapidement les noms de Pixii (1832), Clarke (1835), Nollet (1854), machine de l'alliance, la première appliquée à l'éclairage des phares, pour arriver au brevet pris par M. Gramme en 1870. M. Gramme, simple ouvrier comme l'était Rumhkorff, par une divination de génie a eu l'idée de grouper et de relier dans des conditions spéciales une série de bobines autour d'un anneau de fer tournant dans un champ magnétique, de manière à redresser les courants et à les diriger dans le même sens pour produire un courant pratiquement continu. Notre Président me fait remarquer que j'ai omis de mentionner que le principe de l'anneau induit avait été imaginé en 1860, avant M. Gramme, par le docteur Antonio Pacinotti, qui en avait construit un petit modèle pour le cabinet de physique de l'Université de Pise. Le fait est vrai, mais l'invention de Pacinotti n'a pas été brevetée et, bien qu'elle ait été décrite en 1863 dans une revue italienne, le *Nuovo Cimento*, elle serait restée dans l'oubli et stérile sans la disposition modifiée et pratique de M. Gramme qui, à son insu, a rendu féconde la conception scientifique de son émule le professeur italien.

Après Gramme, une véritable légion d'inventeurs ont fourni leurs idées dans la même direction, cherchant à perfectionner la machine dynamo-électrique, non pas sous le rapport du rendement qui a atteint presque tout de suite son maximum ainsi que le prouve la réversibilité de la machine Gramme, à la fois génératrice et réceptrice, mais au point de vue de la simplicité, de la construction et de la durabilité de l'appareil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Citons rapidement, parmi les principaux brevets pris dans ces vingt dernières années, ceux de Brush, Siemens, Edison, Thomson-Houston.

Mais la machine Gramme à courants continus n'a pas fait abandonner la machine à courants alternatifs, qui est très recherchée en Angleterre, sous le type Ferranti-Thomson. Tout récemment, ce genre de machines a reçu un perfectionnement important de la part de M. Maurice Leblanc, par l'adjonction d'un condensateur. D'après M. Marcel Deprez, qui, dans la soirée, doit présenter des expériences des plus curieuses sur l'électricité, l'emploi des courants alternatifs qui permet des tensions de 20 à 30 000 volts est appelé à un grand avenir.

Les brevets concernant la lumière électrique jusqu'à la remarquable invention de M. Jablochkoff portent sur des systèmes de lampes dont le nom de « régulateur » fait pressentir la complication. Cependant les systèmes Archereau, Foucault, Duboscq, Serrin, qui se sont succédé dans une période de près de quarante ans, ont fait place à des appareils plus industriels au nombre desquels je dois citer la lampe de M. Cance. Mais la bougie Jablockhoff reste le foyer électrique à arc le plus économique dans sa construction réduite à sa plus simple expression : deux charbons parallèles séparés par une lame isolante et fusible dite colombin. Malheureusement pour ceux qui se sont intéressés à cette belle invention, elle a été supplantée par la lumière à incandescence, qui a trouvé sa réalisation parfaite dans la petite lampe imaginée par le célèbre inventeur américain Edison.

La période de 1876 à 1880 doit être comptée comme une des plus glorieuses parmi celles qui marquent les progrès de l'électricité, car c'est pendant son cours que l'on a vu éclore les plus belles inventions en électricité : la bougie Jablochkoff et la lampe Edison que je viens de rappeler, le télégraphe imprimeur multiple de M. Baudot, la pile secondaire dite accumulateur de M. Faure, et enfin la merveille des merveilles : le téléphone de Bell.

Cette admirable découverte, comme toutes celles qui ont pour ainsi dire frappé l'humanité de stupeur, a donné lieu à des contestations sur le droit à sa paternité. Mais, malgré les antériorités tirées d'un écrit de Boursault en France, des essais de Reiss en Allemagne, de Gray aux États-Unis, Bell doit être considéré comme le véritable inventeur, car si l'on avait eu avant lui l'idée d'employer les éléments de son appareil, c'est lui qui l'a fait parler le premier, c'est lui qui le premier a transmis à distance la voix humaine, la parole articulée !

Je n'ai pas dressé le tableau des brevets concernant l'industrie des matières textiles; je me bornerai à dire qu'ils sont en nombre considérable et tendent toujours à augmenter annuellement.

Les machines et les métiers restent dans leur conception générale les mêmes que celles de leurs illustres inventeurs, les Jacquard, Philippe de Girard, Heillmann; mais ils subissent des perfectionnements incessants dans leur organisme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en vue d'en simplifier la construction et d'en améliorer le fonctionnement.

En dépit des plaintes amères contre le machinisme et malheureusement de certaines souffrances difficiles à éviter à notre époque, on constate que si les frais de main-d'œuvre ont été de beaucoup réduits, le sort de l'ouvrier a été notablement amélioré. Il suffit comme exemple de signaler que, tandis que le prix de façon du kilogramme de matière filée est descendu de 32 francs qu'il était au commencement du siècle à 1 fr. 25 de nos jours, le salaire de l'ouvrier s'est élevé de 1 fr. 50 à 5 francs dans la même période de quatre-vingt-dix ans. Je tiens cette remarque consolante de mon honorable ami M. Édouard Simon, l'ingénieur distingué qui s'est consacré à l'étude de cette branche de la mécanique, en suivant heureusement les traces de son oncle, M. Michel Alcan, l'éminent professeur du Cours des Arts textiles au Conservatoire.

L'invention de la *machine à coudre* a apporté une telle révolution dans l'industrie de la confection et dans la vie domestique, que j'ai cru devoir relever les brevets pris en France depuis 1844 (fig. 4). La machine à coudre inventée en France par Timonnier en 1833, perfectionnée, on peut dire réinventée, aux États-Unis par Elias Howe en 1845, a été successivement transformée pour se plier à ses multiples usages, depuis la machine industrielle, jusqu'à l'outil de ménage. Parmi les inventions heureuses dont cette machine a été l'objet, je signalerai le couso-brodeur Bonnaz, breveté en 1860.

L'adaptation d'un petit moteur pour la commande automatique des machines, en remplacement de la pédale si dangereuse pour la santé de l'ouvrière, a donné lieu à un grand nombre de brevets, et malheureusement, malgré les efforts tentés dans cette voie, notamment en faisant appel à l'électricité, le problème attend encore une solution satisfaisante.

Abordons maintenant l'examen des brevets qui se rapportent à des sujets d'un ordre particulier.

Si nous considérons les brevets relatifs à la *photographie*, on voit d'après la courbe ci-jointe (fig. 5) que leur nombre continue de s'accroître, malgré quelques fluctuations tout à fait étrangères à la nature de cette admirable découverte toujours en progrès.

La propriété du chlorure d'argent de noircir sous l'action de la lumière avait été signalée dès 1777 par Scheele, l'illustre chimiste qui a isolé le chlore. En 1780, Charles, le célèbre physicien français, avait obtenu des silhouettes dessinées par le soleil sur des feuilles de papier recouvertes de chlorure d'argent.

Mais le premier procédé de la photographie, connu d'abord sous le nom de Daguerréotype ou Héliographie, comprenant la chambre noire, la plaque recouverte d'iodure d'argent et le développement de l'image par les vapeurs de mercure, est dû à la collaboration des deux immortels inventeurs Nicéphore Niepce et Daguerre, qui unirent si utilement leurs connaissances en chimie et en optique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La mort en 1833 de Niepce, qui avait commencé ses recherches dès 1814, l'empêcha d'assister au triomphe de cette découverte présentée au nom de Daguerre et d'Isidore Niepce, fils de son associé, par Arago dans la séance publique de l'Académie des Sciences le 10 août 1839.

Aucun brevet ne fut pris, mais, grâce à l'entremise d'Arago, l'État avait acquis un mois auparavant le secret du procédé pour le domaine public contre le paiement d'une rente viagère de 10 000 francs.

Toutefois, le daguerréotype serait resté limité aux portraits, sans l'invention remarquable de Talbot, qui, en 1840, découvrit le moyen de reproduire les images sur le papier en les fixant par l'acide gallique. Les inventions de la plaque de verre en 1847 par Niepce de Saint-Victor, neveu du collaborateur de Daguerre, du collodion, par Archer en 1851, de la gélatine bichromatée, par Poitevin en 1855, complètent les éléments fondamentaux de la photographie actuelle.

Parmi les perfectionnements qui ont dans ces derniers temps donné lieu à un assez grand nombre de brevets, signalons l'invention des plaques au gélatino-bromure à impression instantanée et les obturateurs à éclipse, qui permettent de prendre la photographie des corps en mouvement. Citons, à titre de curiosité, les appareils à tirelire, avec lesquels on obtient, en moins d'une minute et moyennant une pièce de 50 centimes, son portrait photographié tout encadré !

Cependant, un attrayant problème reste encore à résoudre : c'est la reproduction des couleurs. Dans cette question, étudiée dès 1848 par le regretté Edmond Becquerel, enlevé il y a un mois à peine à la science, il semble qu'un grand pas vienne d'être franchi par les expériences toutes récentes de M. Lippmann, qui a su si heureusement mettre à profit le principe des anneaux colorés de Newton. La recherche du procédé pratique et industriel excitera certainement l'esprit des inventeurs.

L'extension considérable que les *matières colorantes* tirées du goudron ont prise dans l'industrie de la teinture et de l'impression m'ont engagé à relever les brevets pris pour les couleurs en général (fig. 6). Dans ce tableau, c'est à peine pour un dixième qu'entrent les brevets concernant la fabrication des couleurs autres que celles dérivées des hydrocarbures.

C'est l'aniline qui est la base principale de tous ces produits. Ce corps, observé pour la première fois en 1826 par le chimiste Unverdorben qui l'obtint par la distillation de l'indigo, est fabriqué industriellement par la transformation de la nitrobenzine sous l'influence d'un corps réducteur. La première couleur tirée de l'aniline a été le violet, trouvé par Perkin en 1856, et qui coûtait à l'origine 4 000 francs le kilogramme. La seconde couleur fut le rouge d'aniline, sous le nom de fuchsine, préparé par Verguin, chimiste lyonnais, en 1859. Ensuite, on tira successivement du même corps, en 1860, le bleu (Girard et de Laire), le violet de Paris (Lauth associé à MM. Poirrier et Chappat); en 1862, le vert Eusèbe et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cherpin, et enfin le noir dont plusieurs chimistes peuvent se disputer l'invention et qui n'est pas encore arrivé à son degré de perfection. La période de 1858 à 1864, si féconde en découvertes, se vérifie par l'élévation de la courbe des brevets, qui atteint ses niveaux les plus élevés en 1861 et 1863. Ensuite on voit la courbe s'abaisser, tomber très bas naturellement en 1870 et 1871, puis remonter successivement pour prendre une allure très rapide à partir de 1889. Il se manifeste, en effet, aujourd'hui une émulation extraordinaire entre les chimistes de France, d'Allemagne et de Suisse, pays où fleurit tout particulièrement cette belle industrie des matières colorantes.

L'étude des hydrocarbures, poussée si loin surtout par les Allemands, leur a fait trouver des produits absolument remarquables pour la médecine, la parfumerie, et au nombre desquels je citerai l'antipyrine du Dr Knor (1887) et le musc artificiel du Dr Baur (1889).

A ce sujet, je dois signaler parmi les résultats merveilleux de la synthèse chimique la vaniline, essence de vanille extraite du chiendent par Sérullas, et tout récemment par M. de Laire de l'eugénol ou du gaiocol, et enfin la saccharine, découverte en 1883 en Amérique par Fahlberg et Ramsen, matière édulcorante qui a une richesse sucrante cent fois supérieure à celle du sucre de canne ou de betterave.

En France et dans certains pays, l'usage de la saccharine est proscrit, moins pour les inconvénients qu'il peut avoir au point de vue de la santé publique que comme susceptible de supplanter le sucre et de tarir ainsi une des sources budgétaires les plus importantes pour les États.

Pour clore cette revue incomplète mais encore trop longue des inventions brevetées, j'en signalerai une qui, tout originale qu'elle parut au début, a pris une expansion tout à fait surprenante, je veux parler du *vélocipède*. Le tracé graphique des brevets pris en France pour cet engin de locomotion (fig. 7) présente une physionomie très bizarre. Peu ou point de brevets avant 1867, année à partir de laquelle le vélocipède prend un essor extraordinaire. C'est douze années avant, en 1855, qu'un simple ouvrier, M. Michaud, avait eu l'idée d'adapter des pédales à l'axe de la roue à siège dont on trouve l'origine dans le brevet du baron de Drais en 1818. On voit le bond que fait la courbe en 1869, pour s'affaisser subitement pendant la guerre de 1870, qui a pour effet de faire passer en Angleterre l'avance que notre pays avait légitimement prise pour cette invention et qu'elle a beaucoup de peine à reconquérir. Elle y arrivera certainement, si l'on en juge par l'accroissement constant des brevets pris depuis 1885.

Nous espérons, par les exemples qui précèdent, avoir réussi à montrer la place importante que les brevets occupent dans la marche du progrès, par les services qu'ils rendent en faisant connaître et en vulgarisant les découvertes et les inventions industrielles. Pour terminer, touchons en quelques mots le côté économique et social du brevet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A notre époque, où la question sociale soulève tant d'âpres discussions, on parle souvent des rapports du travail et du capital, et avec raison on voudrait que la part du travail fût augmentée dans les bénéfices que produit cette association. Mais entre ces deux éléments, il en est un dont on ne tient pas assez compte, c'est l'intelligence. Or, l'intelligence, ce n'est pas seulement le fruit de l'instruction, le savoir; c'est aussi le sens intuitif, l'imagination, en un mot le génie de l'invention. Un grand économiste, Michel Chevalier, qui était l'adversaire de la loi des brevets, disait que la puissance productrice d'un pays était la résultante de l'intelligence humaine, du capital accumulé et de la liberté. A dessein, il excluait l'invention telle que nous la comprenons, c'est-à-dire protégée et constituant un droit de propriété. C'était une erreur d'un grand esprit.

Qu'on suppose, ainsi que le demandait Michel Chevalier, que les inventions qui surgissent cessent d'être protégées par des brevets, croit-on qu'elles seraient exploitées au profit de la société? Les faits sont là pour démontrer le contraire.

Si l'on fait des sacrifices pour mettre une invention en pratique, c'est parce qu'on a l'espoir d'être payé de ses peines par une exploitation privilégiée et par conséquent suffisamment rémunératrice. Que serait-il arrivé par exemple si une découverte importante telle que la fabrication de l'acier Bessemer brevetée en Angleterre ne l'avait pas été chez nous? Eh bien, elle serait restée un grand nombre d'années avant d'être exploitée en France. En effet, nos maîtres de forges, n'ayant sous les yeux que la description du procédé telle que la donnait la spécification de la patente anglaise, auraient tâtonné longtemps avant de trouver les données de sa mise en pratique. Ces conditions opératoires, Bessemer n'a plus hésité à les fournir contre la redevance légitime qu'il a pu réclamer en vertu de son droit de brevet. C'est donc une illusion de croire que l'absence de brevet peut profiter à la société. Ajoutons qu'il est dans la nature humaine de n'attribuer d'importance qu'à une chose qu'on a de la peine à se procurer; on n'apprécie pas ce qui ne coûte rien.

Aux États-Unis, le brevet prend une place des plus importantes. La cherté de la main-d'œuvre a développé d'une manière incroyable la recherche des moyens automatiques. Le problème se pose sur telle ou telle question que le propriétaire d'une usine met au concours entre tous ses ouvriers, promettant une part de bénéfices, ou mieux une prime d'inventeur à celui qui trouvera la meilleure solution. De là une émulation, un entraînement qui se traduit par le grand nombre de brevets pris aux États-Unis. C'est dans ce pays, on peut le dire, avant l'Angleterre que le brevet joue le rôle le plus considérable dans l'industrie.

Aujourd'hui, dans presque toutes les entreprises industrielles, il y a un ou plusieurs brevets qu'on exploite et qui forment souvent le fonds principal de l'affaire. Les brevets représentent fréquemment l'apport le plus important sinon unique dans les sociétés industrielles. En même temps que la protection donnée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par les brevets stimule les chercheurs, elle amène à eux les capitalistes soucieux de tirer parti de leurs fonds. Le plus modeste ouvrier, s'il n'a que ses bras, arrive tout juste à gagner sa vie; mais s'il est doué du don de l'invention, s'il fait une innovation utile, il voit venir à lui le manufacturier qui lui demande une licence de son brevet et la rémunère selon sa valeur.

Sans avoir besoin de rappeler Bessemer, que nous venons de citer, Giffard, Siemens, Armstrong et bien d'autres que leurs inventions ont rendus plusieurs fois millionnaires, notre expérience nous autorise à dire qu'un brevet pour un perfectionnement sérieux a été pour beaucoup de simples artisans ou ouvriers le point de départ du chemin qui les a conduits à la fortune.

Sur le terrain inévitable de l'offre et de la demande, l'inventeur a pour lui son brevet. S'il a suffisamment de patience, si, au lieu d'avoir hâte de jouir de son œuvre, il échappe à la tentation d'en escompter les profits, c'est lui qui fera la loi au financier : le simple prolétaire peut ainsi devenir l'égal du capitaliste.

Dans les théories des écoles socialistes et collectivistes, nous ne voyons pas combattre ouvertement les institutions qui protègent la propriété intellectuelle. Le littérateur, l'artiste, l'inventeur semblent fort heureusement épargnés par les récriminations de ceux qui prêchent l'égalité sociale, ne s'apercevant pas que le nivellement qu'ils demandent serait l'abaissement de l'humanité. L'intelligence de l'homme dans sa faculté créatrice ne peut se diviser, et en perdant son individualité, elle cesse d'exister. Que par des réformes qui s'imposent, on supprime les entraves de la loi, notamment en abaissant les taxes trop élevées pour la plupart des inventeurs, et les brevets, désormais plus faciles à acquérir et moins lourds à entretenir, deviendront dans la lutte sociale les meilleures armes des travailleurs.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Résultats d'expériences sur le ciment de Portland, par le professeur Fresenius. — Les membres de la Société allemande des fabricants de ciment de Portland se sont imposé l'obligation de ne livrer leurs produits que sous les conditions suivantes : 1° les ciments seront sans mélange de matières étrangères introduites dans un but frauduleux; 2° ils ne contiendront pas de magnésie; 3° leur cuisson sera complète. Pour pouvoir contrôler les qualités des ciments d'après ces conditions, le président de la Société a développé dans le tableau suivant le résultat des expériences faites sur vingt-cinq ciments de Portland du commerce.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Laboratoire de chimie du professeur Fresenius.

NUMÉROS D'ORDRE.	DENSITÉ DU CIMENT		PERTE DE POIDS AU ROUGE (p. 100).	ALCALINITÉ DE LA SOLUTION AQUEUSE en centimètres cubes.	MILLIG. DE PERMANGANATE DE POTASSE réduit par 1 gr. de ciment.	MAGNÉSIE (p. 100).	RÉSISTANCE kilog. par cent. car.		RÉSIDU AU PASSAGE du tamis		
	porté au rouge.	non porté au rouge.					à la compression.	à la traction.	de 5000 mailles (p. 100).	de 900 mailles (p. 100).	
1	3,166	3,011	3,371	7,20	0,33	1,46	212,5	18,4	27,0	6,3	A prise lente.
2	3,176	3,031	3,114	3,95	0,37	1,80	160,0	15,1	22,5	3,0	A prise rapide.
3	3,172	3,090	1,744	4,60	0,29	0,75	160,3	17,3	25,7	4,8	
4	3,150	3,094	1,221	5,90	0,23	0,63	187,5	18,4	24,2	3,5	
5	3,168	3,079	1,059	4,53	0,16	1,40	232,5	21,1	25,0	5,3	
6	3,185	3,126	1,606	5,80	0,23	0,80	212,5	21,3	27,5	8,0	
7	3,128	3,114	1,417	5,35	0,21	0,91	185,0	18,6	24,0	3,5	
8	3,118	3,083	1,565	4,35	0,40	1,05	190,0	20,9	27,2	6,0	
9	3,123	3,080	1,535	4,60	0,22	0,62	210,0	21,1	22,7	4,5	
10	3,150	3,130	1,15	4,15	0,98	1,705	170,0	17,1	28,7	7,5	A prise lente.
11	3,183	3,042	2,96	5,25	0,80	0,89	180,0	19,5	22,7	3,0	
12	3,137	3,064	2,92	3,33	0,48	1,16	185,0	19,7	18,0	2,5	
13	3,165	3,079	1,61	3,00	0,93	0,35	215,0	21,1	15,7	2,5	
14	3,167	3,060	2,34	4,97	1,30	1,074	215,0	19,5	25,2	7,0	
15	3,140	3,045	1,86	3,05	1,00	0,744	180,0	18,4	25,8	5,5	
16	3,131	3,055	2,05	3,95	1,48	3,064	160,0	17,4	20,5	4,7	
17	3,194	3,126	1,73	4,40	0,95	2,487	135,0	16,1	32,0	12,5	
18	3,182	3,092	1,88	3,40	2,19	2,825	140,0	12,7	23,7	3,5	A prise rapide.
19	3,219	3,103	1,19	5,25	0,26	1,194	210,0	20,4	18,0	3,5	
20	3,176	3,076	2,77	5,85	0,37	1,69	202,5	20,6	20,5	2,7	
21	3,179	3,113	0,79	3,60	0,62	0,90	207,5	20,5	24,5	2,8	
22	3,141	3,084	1,96	5,20	0,26	0,92	187,5	16,1	30,5	8,0	A prise lente.
23	3,184	3,126	1,73	4,95	0,31	0,92	210,0	19,6	23,2	3,7	
24	3,175	3,072	2,45	4,15	0,105	1,92	220,0	21,8	23,2	3,0	
25	3,244	3,134	1,43	5,80	0,26	2,036	182,5	18,1	22,7	3,5	A prise rapide.

Les poids spécifiques des ciments non préalablement portés au rouge sont en général plus faibles que ceux des produits expérimentés par Fresenius en 1884. Cela tient à la provenance de ces ciments et aux conditions dans lesquelles ils ont été conservés.

Il est important de déterminer la densité du ciment après l'avoir porté au rouge, car, après cette opération, l'humidité et l'acide carbonique sont expulsés : le ciment se trouve alors à peu près rétabli dans son état primitif et l'on peut juger son degré de cuisson.

On chauffe le ciment au rouge pendant une heure au moins sur une forte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lampe à gaz, par petites portions de 10 grammes dans un creuset de platine couvert; on fait refroidir dans un essiccateur, puis on détermine la densité.

Les vingt-cinq marques de ciment expérimentées représentent toutes les méthodes de fabrication usitées en Allemagne, aussi bien la méthode par lavage que la méthode sèche ou la méthode mixte. Les ciments ainsi diversement préparés ont à peu près tous la même densité, ce qui montre que cette dernière dépend du degré de cuisson du ciment, et non du procédé employé dans sa fabrication. Le ciment n° 1 a perdu au rouge 3,37 p. 100 de son poids, cela doit être attribué à la durée probablement fort longue de son séjour en magasin. Après avoir été porté au rouge, il a présenté une densité normale, d'ailleurs il possède une résistance suffisante.

La teneur en magnésie ne dépasse pas 3 p. 100.

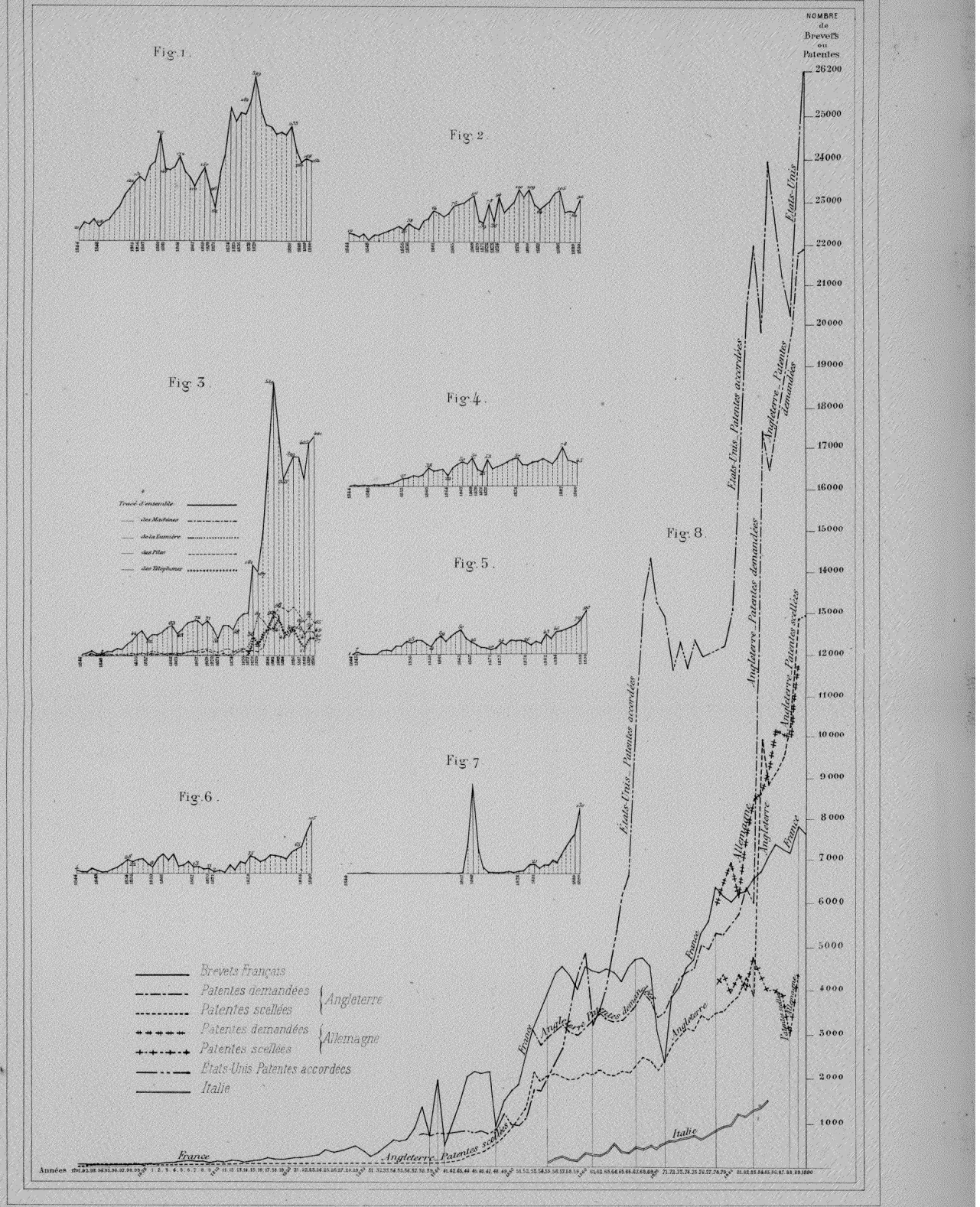
Parmi les ciments expérimentés, trois ont une résistance inférieure à la résistance normale, ils doivent être mis de côté parce qu'ils sont à prise rapide.

Quelques ciments présentent une médiocre résistance, tout en se comportant comme de véritables ciments de Portland. Il faut les considérer comme ayant moins de valeur.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typographie Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 28112.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Monrocq. Autog. (Zinc) E. Gillet 3e Rue Gay-Lussac Paris

TABLEAU GRAPHIQUE INDIQUANT LA MARCHE DES BREVETS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

90e ANNÉE. Quatrième Série, Tome VI. DÉCEMBRE 1891.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. GUSTAVE RICHARD, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur les* ALBUMS DE DESSINS INDUSTRIELS *présentés par* M. COURTIER.

Les services rendus à la mécanique et à l'art de la construction par une bonne exécution des dessins qu'ils comportent sont inappréciables. Ces services s'étendent même au delà de la pratique journalière des mécaniciens et des constructeurs auxquels ils sont indispensables : il me suffira de rappeler votre intention sur les ouvrages de technologie, où l'exécution intelligente et fidèle des dessins remplit souvent un rôle capital.

Pénétré de l'importance des services que pourraient rendre aux ingénieurs et aux industriels la création d'un bureau de dessin véritablement technique, M. Courtier, ancien élève de l'École des arts et métiers de Châlons, puis chef de section au corps des Ponts et Chaussées n'hésita pas à quitter la carrière des travaux publics pour se consacrer tout entier à cette tâche. Il y a parfaitement réussi. Mettant au service de son entreprise, avec énergie et persévérance, ses connaissances techniques, un remarquable talent d'artiste et l'esprit d'administration acquis au service de l'État, M. Courtier a su constituer presque de toutes pièces un véritable atelier de dessin industriel, tenu sans cesse au courant des derniers perfectionnements de cet art, et d'où sortent chaque année des œuvres nombreuses, dont quelques-unes sont extrêmement remarquables.

Vous avez pu en juger par les beaux albums de mécanique et de construction dont M. Courtier a fait hommage à notre bibliothèque. L'un d'eux,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'*Album des chemins de fer*, constitue, avec ses huit séries de plus d'un millier de planches, une collection unique et du plus grand intérêt.

A côté de ces œuvres de dessin industriel, il faut citer celles que M. Courtier a exécutées à diverses époques pour l'enseignement, telles que les cours autographiés des écoles des Mines, des Ponts et Chaussées, Polytechnique, Centrale, etc.

Nous pensons que M. Courtier a rendu de grands services aux ingénieurs, principalement aux mécaniciens et aux constructeurs, ainsi qu'à de nombreuses industries, notamment aux chemins de fer, tant par l'importance des ouvrages sortis de ses ateliers que par les progrès qu'il a réalisés dans leur exécution, et aussi par l'éducation des nombreux élèves formés dans sa maison comme dans une véritable école supérieure et pratique de dessin industriel.

En conséquence, le Comité des arts mécaniques propose de remercier de nouveau M. Courtier du don qu'il a fait à notre bibliothèque et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : GUSTAVE RICHARD, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *novembre* 1891.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. CAMILLE VINCENT, *au nom du Comité des arts chimiques, sur l'*EMPLOI DE L'ACIDE FLUORHYDRIQUE ET DES FLUORURES EN DISTILLERIE, *par M. le* Dr EFFRONT, *de Bruxelles.*

M. le Dr Effront a adressé à la Société d'Encouragement, le 21 avril dernier, un mémoire résumant les travaux qu'il a entrepris sur l'emploi de l'acide fluorhydrique et des fluorures solubles, dans la saccharification des grains par le malt, et dans la fermentation alcoolique des moûts.

Il avait en outre publié précédemment dans le *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville, numéros de mai, août et octobre 1889, les résultats de ses intéressantes recherches sur ces questions.

La transformation des matières amylacées en alcool n'est jamais, comme on sait, que partielle, et ne s'élève guère à plus de 80 p. 100 du produit utile contenu dans le grain; environ 3 p. 100 échappent à la saccharifica-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion; en outre, pendant la fermentation des moûts, des acides organiques et des produits divers, complexes, prennent naissance.

Les travaux de M. Pasteur ont établi que dans toute fermentation alcoolique normale, 5 à 7 p. 100 de la matière fermentescible donnent de la glycérine et de l'acide succinique, ou servent à reproduire la levure; il en résulte que la différence (c'est-à-dire 13 à 15 p. 100 de la matière amylacée) se trouve perdue pour la fabrication, et est en partie transformée par les ferments lactique et butyrique, ou bien se retrouve dans le produit fermenté, à l'état de dextrine, la diastase ayant été plus ou moins coagulée, et par conséquent paralysée, par les acides organiques qui ont pris naissance.

L'action des ferments nuisibles ne se borne pas à affaiblir la diastase et à provoquer la destruction d'une partie du maltose, elle paralyse aussi la vitalité de la levure, et constitue ainsi une cause incessante de perturbation importante dans le rendement en alcool.

Pour combattre l'effet de ces ferments, on a essayé d'opérer la saccharification à une température assez élevée, pour paralyser leur action, sans toutefois nuire à la diastase.

Mais on n'a pas obtenu le résultat espéré, car, pour paralyser seulement les ferments nuisibles, il faut une température telle, que la diastase est complètement altérée.

On a amélioré la fermentation des moûts par l'emploi des acides minéraux; mais il faut reconnaître que les résultats obtenus ont été jusqu'ici fort imparfaits.

M. le Dr Effront a été conduit à étudier particulièrement l'action de l'acide fluorhydrique et des fluorures solubles, sur la marche des opérations de distillerie, et il a obtenu des résultats tels, qu'il a pu établir un procédé nouveau de saccharification et de fermentation, qui, quoique tout récent, a déjà reçu un grand nombre d'applications tant en France qu'à l'étranger.

Il a dû étudier séparément, d'abord, l'action des acides minéraux sur les ferments lactique et butyrique, sur la diastase et sur la levure; puis, leur action sur ces ferments réunis. Il a pu juger ainsi la valeur de l'emploi des divers acides, dans les conditions de la pratique industrielle.

Ces recherches, qui ont nécessité un nombre considérable d'expériences et d'analyses délicates, ont démontré l'action prépondérante de l'acide fluorhydrique sur les ferments nuisibles.

M. le Dr Effront a constaté par exemple que, dans un moût abandonné à la fermentation lactique, 200 milligrammes d'acide chlorhydrique ou 300 mil-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ligrammes d'acide sulfurique pour 100 c.c. de moût sont nécessaires pour paralyser complètement le développement du ferment, et qu'il suffit de 25 milligrammes d'acide fluorhydrique pour obtenir le même résultat.

Une dose de 3 milligrammes seulement de cet acide réduit la production de l'acide lactique au quart de la production normale, tandis qu'il faut de 50 à 60 milligrammes d'acide chlorhydrique pour produire le même effet.

Des résultats analogues ont été obtenus avec le ferment butyrique, et avec les deux ferments simultanément.

M. le Dr Effront a établi ensuite que la dose de 10 à 12 milligrammes d'acide fluorhydrique par 100 c.c. de moût ne nuisait pas à l'activité de la diastase, tout en paralysant considérablement les ferments lactique et butyrique.

Il a constaté également que l'emploi de l'acide fluorhydrique permettait d'abaisser considérablement la température de la saccharification des grains par la diastase. Dans l'industrie, on opère généralement la saccharification entre 50 et 60 degrés, parce qu'on a reconnu qu'entre ces limites de température, la production du maltose est maximum. Mais le maltose obtenu n'est évidemment que la différence entre la matière amylacée solubilisée par la diastase, et celle transformée par les ferments lactique et butyrique.

Or ces derniers sont moins actifs entre 50° et 60° que vers la température de 30°, qui serait suffisante pour la saccharification de l'amidon ; en paralysant l'action des ferments lactique et butyrique par l'acide fluorhydrique, M. le Dr Effront a pu augmenter considérablement le rendement en maltose, tout en abaissant vers 30° la température de saccharification ; en employant des proportions convenables de malt et d'acide fluorhydrique, il a obtenu jusqu'à 96 de maltose pour 100 d'amidon contenu dans le grain.

Il a constaté aussi que la levure cultivée en présence de l'acide fluorhydrique ou du fluorure d'ammonium est plus active que la levure normale.

Il résulte des faits précédents qu'on peut réduire la proportion de malt et de levure, sans diminuer le rendement des grains en alcool.

En résumé, les procédés de saccharification et de fermentation de M. le Dr Effront permettent, en affaiblissant les ferments nuisibles, d'améliorer le rendement en alcool et d'obtenir des produits meilleurs et plus neutres à la rectification.

La mise en pratique industrielle de ces procédés à la distillerie de MM. Maquet et Clément, à la Fère-Champenoise, en 1889, a donné, dès le début, une notable augmentation dans le rendement en alcool.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis lors, plus de 200 distilleries de grains et de pommes de terre, tant en France qu'en Bavière, en Italie et en Espagne, ont adopté le nouveau mode de fabrication.

De nombreux certificats, délivrés par des directeurs d'usines, affirment les avantages du nouveau traitement; l'augmentation dans le rendement en alcool pouvant atteindre jusqu'à 10 p. 100, et l'amélioration de sa qualité, ainsi que celle des drèches.

M. Effront a donc, par ses travaux sur l'emploi de l'acide fluorhydrique en distillerie, apporté un perfectionnement considérable dans une des industries les plus importantes de notre pays et des pays voisins.

Votre Comité des arts chimiques a l'honneur de vous proposer, en conséquence, de le remercier de son intéressante communication, et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société, ainsi que celle du travail présenté par M. Effront, rappelant les résultats détaillés de ses recherches.

Signé : C. VINCENT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *novembre* 1891.

INDUSTRIE

ÉTAT PRÉSENT DE LA QUESTION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL EN FRANCE, PAR M. E. CHEYSSON, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES (1).

V. *La prévention des accidents.* — S'il est nécessaire de réparer les accidents, il l'est encore bien plus de les prévenir. Les accidents n'ont en effet rien de fatal. Un certain nombre d'entre eux — la moitié au moins d'après de bons juges (2) et en particulier d'après M. Engel-Gros, président de l'association de Mulhouse contre les accidents de fabrique (3), — peuvent être empêchés par des mesures de pré-

(1) Rapport fait au Congrès international des accidents du travail tenu à Berne du 21 au 26 septembre 1891. (Voir le *Bulletin* de novembre 1891, pp. 610-621.)

(2) Voir le remarquable rapport de M. Engel-Gros au Congrès de Berne.

(3) D'après un document officiel distribué en 1889 au Reichstag, le nombre des accidents suivis de mort ou d'une incapacité de travail de plus de treize semaines a été de 15 970 pour les 3 861 560 ouvriers occupés en 1887. Sur ce nombre, 20 p. 100 seraient imputables à la faute des patrons, 25 p. 100 à celle des ouvriers, 8 p. 100 à celle des ouvriers et patrons, 47 p. 100 aux cas fortuits ou à ceux de force majeure, en un mot, au *risque professionnel.* En particulier, pour les accidents provenant des machines, cette proportion, afférente au risque professionnel pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caution. Le premier devoir est d'arracher à l'accident toutes les personnes que peut sauver la prévoyance humaine, et le second de venir efficacement en aide à celles qu'on n'a pu préserver.

Il semble donc qu'une loi sur les accidents soit tenue de faire une place — et une large place — à cette préoccupation humanitaire de la préservation.

Les lois étrangères n'y ont pas manqué. Elles ont cherché à atteindre ce but de deux manières différentes, employées ensemble ou isolément : la réglementation de la sécurité du travail; la variation des charges de l'assurance.

En Allemagne, par exemple, la loi de 1884 confère aux corporations le soin d'édicter des règlements de ce genre et d'en surveiller l'application conjointement avec les inspecteurs officiels (1). La sanction est dans le déclassement des usines qui se dérobent à ces prescriptions et qui auront à payer des primes beaucoup plus élevées. L'Autriche a suivi un système analogue. Le projet de la Suisse organise fortement cette réglementation et l'inspection qui en est le corollaire obligé.

Le projet récent du gouvernement italien commence par poser en principe « qu'une loi sur les accidents serait mauvaise et incomplète, si elle se contentait d'indemniser. La nature des accidents et les causes qui les produisent imposent absolument une double série de mesures : mesures préventives; mesures de réparation. Les mesures préventives doivent prendre la première place; car il est plus important de préserver la vie et la santé des travailleurs que d'indemniser les victimes une fois l'accident produit ». Aussi le projet, dès son article premier, édicte-t-il pour les industriels l'obligation d'appliquer les mesures préventives à prescrire par des règlements spéciaux.

Mais la réglementation toute seule ne suffit pas. On aura beau imposer des règles très sévères, et instituer pour surveiller les industriels une légion d'inspecteurs : si elle veut descendre aux menus détails, l'application sera, par à-coups, tantôt tracassière et tantôt inerte ; elle endormira l'initiative des patrons et fera endosser à l'État de dangereuses responsabilités. Sans nier le droit pour l'État de fixer de haut les principes généraux à suivre en matière de sécurité, je crois moins efficace de compter pour leur mise en œuvre sur l'action répressive et la surveillance officielle que sur la sollicitude du patron à l'égard de ses ouvriers, sur sa libre association avec ses pairs, sur le sentiment de sa responsabilité et sur son intérêt bien entendu.

Un des caractères dominants de notre époque et l'un de ceux qui l'honorent

prement dit, s'est élevée à 82,47 p. 100. Elle montre toute la marge disponible pour la prévention des accidents et l'importance des mesures techniques et législatives qui s'y rattachent.

(1) Voir l'intéressant travail publié par M. Maurice Bellom, ingénieur des mines, sur *la Réglementation et la surveillance en Allemagne en vue de prévenir les accidents* (Bulletin du Comité du Congrès des accidents, nos 2 et 3).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le plus, c'est le souci croissant de la condition des classes populaires. Chaires chrétiennes, tribunes des parlements, des assemblées savantes, des universités et des congrès, retentissent à la fois de cette préoccupation généreuse qui emporte dans un irrésistible élan les esprits et les cœurs.

Sous cette poussée de l'opinion publique et du courant démocratique, les patrons à l'envi cherchent à assurer le bien-être matériel et moral de leurs ouvriers. L'Exposition internationale d'économie sociale de 1889 a mis en pleine lumière la fécondité et la variété des moyens qu'ils ont imaginés dans ce but : c'est les calomnier que les accuser de sécheresse et de négligence. La plupart d'entre eux ont spontanément appliqué pour la salubrité et la sécurité du travail dans leurs ateliers ces mesures de précaution dont l'admirable atlas de la Société industrielle de Mulhouse donne la description détaillée. Que, suivant la réflexion chagrine de La Rochefoucauld, ce soit « l'intérêt qu'il faille louer de cette bonne action » ; qu'on l'impute, au contraire, comme nous préférons le croire, à l'inspiration élevée du patronage, il est certain que ces initiatives humanitaires vont sans cesse en se multipliant et que les patrons, même les plus indifférents, pourront de moins en moins se soustraire à l'imitation de ces exemples, sous peine d'être atteints par la réprobation publique, surveillante plus sévère et souvent plus redoutée que le gendarme officiel.

Vis-à-vis de ceux de ces patrons qui ont appliqué à grands frais des mesures préventives, une modération de la prime d'assurances paraît équitable, non seulement parce qu'elle récompense une initiative louable, mais encore parce qu'elle correspond à la diminution des risques. Un patron négligent coûte cher à la communauté et doit, en bonne justice, fournir une contribution plus élevée que celui dont les ouvriers ont été mis à l'abri des accidents par de lourds sacrifices.

Il résulterait de ces prémisses que la loi doit remplir un triple objet : 1° énoncer les règles générales à observer pour la sécurité du travail et les responsabilités qui en découlent; 2° faciliter et encourager les initiatives isolées ou collectives qui se proposent la prévention des accidents; 3° récompenser par des réductions de charges ceux qui prennent toutes les précautions possibles contre les accidents ou punir par des aggravations de charges ceux qui les négligent.

Il n'est pas d'ailleurs nécessaire que ces trois objets soient réunis dans la même loi. On conçoit très bien qu'on puisse légiférer à part sur la réglementation de la sécurité et sur l'assurance; mais c'est à la loi d'assurances qu'appartient la fixation des primes suivant la nature et la qualité des précautions prises.

Pour ne pas alourdir outre mesure la loi sur les accidents, déjà très compliquée et très chargée, il est peut-être préférable que, parallèlement à cette loi, il s'en élabore une autre spécialement consacrée « à l'hygiène et à la sécurité du travail dans les établissements industriels ». Tel est précisément le titre du projet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de loi qui vient d'être voté par la Chambre des députés le 8 juillet 1891 et qui est aujourd'hui pendant devant le Sénat.

Ce projet donne à l'État le pouvoir de faire en cette matière des règlements détaillés: il en confie la surveillance à un corps d'inspecteurs fortement constitué et il y attache, à titre de sanction, des pénalités sévères. On n'est pas tendre aujourd'hui pour le patron et, placé en face des lois qu'on lui prépare, il pourrait s'écrier comme ce personnage de comédie à propos du contrat de mariage de sa fille : « Mais il n'est question que de ma mort là dedans! »

A supposer que la nouvelle loi n'ait pas assez de rigueurs contre les patrons négligents et coupables, le code pénal leur réserve encore les siennes et personne ne demande l'abrogation de ses articles 319 et 320, qui punissent l'homicide ou les blessures involontaires, commis « par maladresse, imprudence, inattention, négligence ou inobservation des règlements ».

Réglementé, inspecté, menacé de procès-verbal, d'amende et même de prison, le patron semble déjà suffisamment tenu en éveil; mais ce n'est pas tout : son intérêt direct viendrait encore lui prescrire impérativement l'application des mesures préventives contre les accidents, si la loi définitive adoptait les dispositions excellentes que le projet de la Chambre des députés avait édictées par son article 42.

Ce projet faisait, en effet, bénéficier d'une réduction de prix de 5 à 25 p. 100 les chefs d'industrie qui s'assureront à la caisse de l'État ou feront partie d'un syndicat mutuel, s'ils sont membres d'une association dûment reconnue pour la protection contre les accidents de fabrique, et s'ils justifient d'un certificat émané de la direction de cette association et « attestant qu'ils ont pris partiellement ou complètement toutes les mesures reconnues propres à prévenir les accidents ».

La même faveur était réservée par cet article 42 « aux chefs d'entreprises administrativement surveillées, qui justifient d'un certificat analogue à délivrer annuellement par le service du contrôle ou de la surveillance et aux chefs de toutes autres entreprises produisant le même certificat à eux délivré, sur leur demande, par les ingénieurs de l'État à ce commis ».

Le projet de loi voté par le Sénat ne contient pas ces dispositions; mais elles ont heureusement reparu en partie dans celui du gouvernement, qui, par son article 28, accorde une réduction de cotisation de 5 à 25 p. 100 « aux chefs d'entreprises administrativement surveillées, qui produiront annuellement un certificat délivré par le service du contrôle ou de la surveillance, attestant qu'ils ont pris les mesures propres à prévenir les accidents, et aux chefs de toutes autres entreprises, qui produiront chaque année un certificat analogue à ceux délivrés par les ingénieurs de l'État à ce commis » (1).

(1) Dans le projet du gouvernement italien, les chefs d'entreprises, soit isolément, soit groupés par nature d'industrie, sont tenus de présenter à l'approbation de l'autorité les mesures

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le projet provisoire de la commission parlementaire du travail accepte le système du projet gouvernemental, mais étend de 25 à 40 p. 100 la marge des bonifications à accorder aux patrons prévoyants.

Tout en applaudissant à ces dispositions, nous regrettons la disparition de celles qui concernaient les certificats délivrés par les associations d'industriels groupées en vue de la prévention des accidents. C'était un moyen d'éveiller l'initiative des patrons et de développer ces belles associations, dont MM. Engel-Gros, Périssé, Mamy et de Coëne retracent l'histoire et les services dans des rapports soumis au Congrès. Il est à souhaiter qu'une mention semblable à celle que contenait l'article 42 du projet voté par la Chambre trouve place dans le texte définitif de la loi.

En résumé, nous croyons qu'un des devoirs les plus impérieux et les plus élevés de la difficile loi en préparation, c'est de développer la prévoyance qui se traduit par une économie de vie et de souffrances humaines, et d'encourager les initiatives individuelles ou collectives qui se proposent ce noble but.

A cet effet, le moyen le plus simple et le plus efficace nous paraît être que la loi, en réglementant la formation des syndicats d'assurance mutuelle contre les accidents, la subordonne à la condition d'accorder une réduction de primes aux patrons prévoyants, dans des termes semblables à ceux de l'article 42 voté par la Chambre des députés.

VI. *Organisation de l'assurance.* — Nous arrivons à l'un des points les plus difficiles de la loi en préparation, à celui qui divise le plus les esprits et a engendré le plus de systèmes : l'organisation même de l'assurance. C'est sur ce terrain ou ce champ clos que se rencontrent, pour s'y livrer bataille, les partisans de l'intervention de l'État, ceux de l'initiative individuelle, ceux de l'association. On peut en effet demander les bases de l'organisation dont il s'agit à ces trois principes, ou à leur combinaison en les mêlant à doses plus ou moins graduées. De là les nombreux systèmes qui ont inspiré les lois ou les projets de lois sur la matière.

Ayant traité avec détail « l'organisation de l'assurance » devant le Congrès de 1889, je prends la liberté de renvoyer aux comptes rendus de ce Congrès (1) pour les généralités du sujet et l'appréciation des systèmes en présence, et je me bornerai, sur ce point comme sur les autres, à marquer d'un trait rapide le mouvement qui s'est produit en France depuis deux ans à propos de cette difficile question.

Aux prises avec ce problème, le législateur voit s'ouvrir devant lui deux routes

préventives concernant leurs ateliers, puis de les appliquer, sous peine de l'inscription à une classe supérieure de risques ou à une majoration de cotisation qui peut atteindre 50 p. 100.

(1) Rapport, tome Ier, p. 479 ; discours, tome II, pp. 349-360.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui divergent et entre lesquelles il lui faut tout d'abord faire un choix. De ce choix dépendront le caractère de la loi et son orientation. Ces deux routes sont celles de l'obligation et de la liberté. On peut — et c'est là le système pour lequel nous avons lutté en 1889 et auquel nous conservons nos préférences — inscrire dans la loi le principe de la responsabilité, chaque patron restant libre de la subir à sa guise, soit qu'il juge prudent de s'en couvrir par l'assurance et par tel mode d'assurance qu'il lui plaira, soit qu'il préfère attendre les événements qui mettront en jeu sa responsabilité sous la sanction des tribunaux. On peut, au contraire, après avoir édicté dans la loi le principe de la responsabilité, y ajouter l'obligation de l'assurance. Dans ce dernier système, la loi peut encore se borner à imposer le résultat : en allant plus loin, elle peut encore prescrire le moyen. De là, pour les lois d'assurance, une division bien tranchée en diverses catégories qui procèdent d'inspirations toutes différentes.

Nous devons constater — non sans exprimer à ce sujet nos regrets personnels — que, depuis deux ans, le parti de l'obligation a gagné du terrain et semble à la veille de l'emporter en France. Les deux courants du socialisme d'État et du protectionnisme, — qui en réalité se confondent et qui se déchaînent à la fois dans tous les pays, sous l'action de causes multiples dont l'étude nous entraînerait trop loin, — ne pouvaient manquer de réagir sur cette question de l'assurance, comme sur toutes les autres, et d'en incliner la solution dans le sens de l'intervention plus accentuée de l'État.

Malgré une assez vigoureuse poussée dans ce sens, la Chambre des députés avait tenu bon en 1888 et reculé devant l'assurance obligatoire. Elle avait donc laissé l'assurance facultative en mettant quatre types principaux à la disposition des industriels qui voudraient se couvrir du risque professionnel. Ils pouvaient : rester leurs propres assureurs à condition d'offrir une surface suffisante comme les compagnies de chemins de fer; ou s'adresser à une compagnie d'assurances; ou recourir à la caisse de l'État; enfin — et c'était la forme favorite du projet — se grouper entre eux pour constituer librement des syndicats d'assurance mutuelle, fonctionnant à la façon des corporations allemandes et autrichiennes, mais avec les restrictions destinées à les empêcher d'acquérir une puissance et des ressources inquiétantes.

Le projet du Sénat, voté en 1890, s'accorde avec celui de la Chambre sur le caractère facultatif de l'assurance, mais s'en écarte sur les modes laissés au choix des intéressés. Il se tait sur l'assurance par l'État et substitue aux syndicats d'assurance mutuelle les syndicats professionnels régis par la loi du 26 mars 1884.

On sait qu'aux termes de l'article 6 de cette loi, « les syndicats peuvent, sans autorisation, mais en se conformant aux autres dispositions de la loi, constituer entre leurs membres des caisses spéciales de secours mutuels et de retraites ». C'est par extension de cette clause que l'article 19 du projet du Sénat confère à ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes syndicats la faculté de « constituer sans autorisation des caisses spéciales d'assurance mutuelle contre les risques prévus par la loi ».

Or, les syndicats professionnels se forment par une simple déclaration, sans limite de nombre (1), et peuvent ne présenter aucune surface pour l'assiette d'une assurance. Sans aller jusqu'à dire avec M. le conseiller national Forrer (2) que « le chiffre des assurés ne doit pas descendre au-dessous d'un minimum de 80 000 à 100 000, ni le chiffre total des primes au-dessous d'un million de francs, sous peine de n'avoir qu'une société précaire et à la merci de la moindre catastrophe », il est certain que les calculs de l'assurance n'ont de valeur qu'à la condition d'élargir leur base d'application et qu'on n'enchaîne le hasard qu'en recourant aux grands nombres. Il semble donc qu'on doive hésiter à livrer les intérêts sacrés des victimes du travail à la fantaisie de syndicats quelconques, constitués au gré d'un caprice ou d'une manœuvre, maîtres de leurs tarifs et de leurs statuts, doués de cette durée, de cette pérennité même, dont s'alarmait la Chambre, et dispensés de toute autorisation.

Il faut aussi se préoccuper de l'inexpérience de ces syndicats, qui sont trop souvent constitués dans un but tout autre que la paix sociale ou la prévoyance, et qui pourraient, de la meilleure foi du monde, faire courir des aventures aux intérêts dont ils assumeraient la gestion. Rien n'est difficile comme ces opérations à longue échéance, qui exigent l'intervention de spécialistes distingués, de véritables actuaires. Nous ne le voyons que trop avec la plupart de nos sociétés de secours mutuels, qui n'ont pas su organiser correctement leur service de retraite et qui ont contracté des engagements téméraires pour l'avenir. Ce n'est pas au moment où l'opinion publique s'émeut de ce danger, où le gouvernement cherche les moyens d'y porter remède par une intervention plus décidée, à l'exemple des nations étrangères, qu'il serait prudent de lâcher la bride aux syndicats pour leur laisser entreprendre à leurs risques et périls l'assurance contre les accidents.

Telle n'a pu être et telle n'a certainement pas été la pensée du Sénat. Son projet prévoit, en effet, à l'article 20, un règlement d'administration publique pour déterminer les garanties que devront fournir les caisses et les compagnies d'assurances contre les accidents. C'est là qu'aurait été le frein à la liberté excessive des syndicats. C'est ce règlement qui aurait, entre autres conditions, fixé celles de l'effectif et du capital minimum, de manière à balayer la poussière impalpable des menus syndicats inaptes à l'assurance.

(1) Sur les 2322 syndicats professionnels dont l'Annuaire publié en 1889 par le ministère du commerce publie la liste, il en existe beaucoup de minuscules. Citons, entre autres, parmi les syndicats patronaux : celui des brasseurs de Saint-Quentin (8 membres); celui des maîtres cordonniers-bottiers de Bourg (7 membres); celui des chapeaux de paille et feutre pour dames et fournitures de modes à Paris (6 membres)..., etc.

(2) Message du Conseil fédéral suisse sur l'assurance contre les accidents. Mémoire de M. le conseiller national Forrer, p. 99.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avec le projet du gouvernement, nous changeons de système et nous abandonnons la liberté pour l'obligation. « Il ne suffit pas, dit l'exposé des motifs, de faciliter l'assurance par un ensemble d'ingénieuses mesures; il faut la rendre *obligatoire* dans l'intérêt des patrons comme dans celui des ouvriers. Laisser aux patrons la liberté de ne pas s'assurer, ce serait en effet fausser le principe de responsabilité établi dans la loi. La plupart d'entre eux reculeraient devant les primes élevées que demandent les compagnies d'assurance et seraient plus tard ruinés par l'obligation de constituer, au jour de l'accident, le capital d'une indemnité peut-être considérable. Souvent même, toutes leurs ressources n'y pourraient suffire. Quelles seraient alors les garanties des ouvriers? L'assurance obligatoire s'impose donc, si l'on veut que les ouvriers soient certains de toucher l'indemnité qui leur est promise par la loi et que les patrons ne soient pas ruinés par le paiement de l'indemnité. »

En partant de ces prémisses — que nous ne discutons pas ici, l'ayant déjà fait ailleurs, — l'exposé des motifs écarte successivement divers modes d'application pour adopter comme « seul système rationnel » celui de la mutualité entre les patrons, « mutualité qui prend pour base des cotisations, non pas l'éventualité d'un accident, mais le fait accompli de l'accident lui-même et les indemnités allouées à la suite de cet accident ».

« Les patrons sont réunis sur toute l'étendue du territoire en associations mutuelles par nature d'industrie et la charge des indemnités réellement payées est répartie entre tous les patrons de l'industrie dans laquelle est survenu l'accident, proportionnellement au total des salaires payés par chacun d'eux. »

Bien qu'en apparence semblable au système germanique, cette solution en diffère par des traits essentiels.

En effet, si la loi allemande du 6 juillet 1884 repose sur de grandes corporations territoriales formées obligatoirement des industriels qui exercent la même profession, elle confère à ces corporations une certaine autonomie, sous la surveillance de l'office impérial des assurances.

D'abord, quand elles sont trop vastes, elles peuvent se diviser en sections, qui correspondent à des bassins dont tous les membres ont entre eux plus d'affinités et de contacts qu'avec leurs collègues des parties éloignées de l'Empire. Ainsi des exploitants du bassin de la Ruhr s'entendront plus aisément entre eux sur leurs intérêts communs qu'avec des exploitants du Hartz ou de la Silésie. Chacune de ces sections jouit d'une indépendance relative, sauf recours à la corporation plénière dans des cas exceptionnels.

Ces corporations sont administrées par un comité de direction nommé en assemblée générale et elles emploient, pour assurer la marche du service, visiter les exploitations, faire les enquêtes après les accidents, des hommes de confiance (*Vertrauensmänner*), véritables chevilles ouvrières de l'institution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'une des attributions les plus importantes et les plus épineuses des corporations consiste dans le classement des risques des établissements qu'elles embrassent. Il s'en faut, en effet, que, dans une même industrie, les risques soient partout identiques et ne dépendent que du nombre et du salaire des ouvriers employés. Dans l'industrie des mines, par exemple, ces risques sont étroitement liés à la présence ou à l'absence du grisou, à la nature du terrain, à l'inclinaison et à l'épaisseur des couches, à la profondeur des puits; partout, ils le sont aux précautions prises par le chef de l'exploitation et aux mesures préventives contre les accidents. Il serait donc d'une extrême injustice de mettre en un seul bloc tous les membres d'une corporation et de répartir entre eux les charges des accidents au prorata des salaires sans tenir compte des risques afférents à chaque établissement. De là le problème si difficile de la fixation des *coefficients de risques*, qui attribue à chaque patron sa part proportionnelle dans les chances d'accident, à égalité d'ouvriers et de salaires (1).

C'est ainsi que, pour la corporation minière, le coefficient de risques varie de 15 à 129, c'est-à-dire dans la proportion de 1 à 8. Si l'on prend deux exploitations ayant même effectif et payant mêmes salaires, mais situées aux extrémités de l'échelle des risques, la quote-part de l'une d'elles sera 8 fois plus forte que celle de l'autre dans la répartition de la charge annuelle des accidents. Cette détermination, qui s'appuie à la fois sur la statistique des accidents survenus dans chaque usine au cours d'une certaine période et sur l'appréciation de ses conditions intrinsèques d'exploitation, entraîne donc des conséquences d'une extrême gravité et dès lors elle peut être une source d'irritations pour ceux qui la subissent et d'embarras pour ceux qui ont la redoutable responsabilité de l'établir.

En un mot, dans le système allemand, les corporations ont une existence propre, un budget autonome; si elles sont minutieusement guidées et sévèrement contrôlées par l'État, elles vivent, délibèrent, arrêtent leurs classements et leurs répartitions en dehors de lui, le soulageant ainsi d'attributions compromettantes.

Il n'en est plus de même dans le projet français, où les associations d'industriels ne sont qu'un rouage fiscal et ne correspondent à aucune entité réelle. On ne leur laisse nulle action, nulle initiative; elles n'existent que pour payer une imposition d'un nouveau genre, quelque chose d'analogue à un supplément de patente. C'est le Trésor qui avance les indemnités aux victimes ou à leurs familles; c'est lui qui les recouvre au moyen de rôles rendus exécutoires par les préfets et mis en recouvrement comme en matière de contributions directes.

Une commission d'arrondissement, nommée par le préfet et composée de 5 fonctionnaires, de 2 patrons et de 2 ouvriers, donne son avis sur le classement

(1) Voir les remarquables études consacrées par M. Maurice Bellom aux *coefficients de risques adoptés en Allemagne et en Autriche en matière d'accidents du travail* (*Bulletin du Comité des accidents*, t. I, pp. 431 à 503; 533 à 565).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des patrons par industrie, sur l'exactitude de leurs déclarations en ce qui concerne le nombre moyen de leurs ouvriers, et arrête le salaire quotidien moyen par nature d'industrie. La caisse nationale d'assurances centralise ces tableaux et classe dans un rôle général par nature d'industrie les chefs d'entreprise soumis à la loi.

Pour la fixation des charges annuelles, le projet que nous analysons s'est heureusement écarté du système allemand, qui n'y comprend que les dépenses immédiatement exigibles, sauf un petit fonds de réserve qui doit cesser de se former à partir de la onzième année. Ce système décharge, il est vrai, le présent, mais au détriment de l'avenir auquel il peut réserver de redoutables embarras; il favorise le patron d'aujourd'hui pour reporter son fardeau sur le patron de demain. Il a encore l'inconvénient de masquer les conséquences réelles de l'institution, en la faisant entrer pour ainsi dire par la pointe comme un coin, dont la pénétration devient de plus en plus pénible à mesure qu'il enfonce davantage. Il vend très cher aux générations futures les économies immédiates qu'il réalise au début. Il acule enfin l'État à la nécessité de garantir les pensions et d'accepter les charges des corporations qui deviendraient impuissantes à remplir leurs engagements. En Autriche, au contraire, la loi sur les accidents a préféré le système des « réserves » (*Deckungsverfahren*). Tous les ans, la corporation « doit fournir le capital nécessaire pour constituer le capital correspondant aux secours et aux pensions, conformément aux règles techniques des assurances » (art. 16); elle est tenue, en outre, de fournir un fonds de réserve destiné à parer aux variations accidentelles de charges d'une année à l'autre.

C'est à ce système prudent que s'est rallié le projet du gouvernement français. Les charges annuelles comprennent donc, outre les indemnités temporaires, le capital des rentes. Leur total « est réparti, pour chaque industrie, entre les chefs d'entreprise de cette industrie, proportionnellement au chiffre résultant pour chacun d'eux de la multiplication du nombre moyen des ouvriers par le salaire quotidien moyen et par le nombre de mois pendant lequel a duré l'entreprise ». On échappe ainsi à la complication qu'entraîne la détermination des coefficients de risques; mais cette simplicité s'achète au détriment de l'équitable répartition des charges et ferait peser une sorte de pénalité sur les patrons les plus prévoyants et les plus soucieux de la sécurité de leur personnel.

La commission parlementaire du travail n'a pas admis cette assimilation de tous les chefs d'une même industrie au regard des risques et elle a sur ce point amendé le projet du gouvernement, en introduisant dans sa loi le classement des risques, non pas seulement à titre collectif par industrie, mais encore à titre individuel par établissement.

Si elle s'est écartée sur ce point du projet gouvernemental, la commission en a accepté les traits généraux et le principe, notamment celui de l'assurance obligatoire. Ceux-là même qui, lors des premières discussions à la Chambre, avaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le plus vaillamment combattu ce principe, ont fini par s'y rallier au sein de la commission, tant à cause de la violence des courants d'opinion qui portent dans ce sens, que des vœux des industriels eux-mêmes réclamant l'obligation comme une protection contre ceux de leurs concurrents qui ne voudraient rien faire en faveur de leurs ouvriers. Du moins le joug de l'obligation courbera tout le monde sous le même niveau.

De même que, dans le projet du gouvernement, c'est le percepteur qui paie les indemnités et les rentes, c'est lui aussi, dans le projet de la commission, qui les recouvre sur les patrons au moyen des rôles rendus exécutoires par les préfets comme en matière de contributions directes. Toutefois, il faut signaler dans l'application de ce système une différence, qui constitue, à mon sens, une amélioration d'une haute importance, surtout si l'on avance plus hardiment encore dans cette voie : c'est la réduction de la mutualité des industries au département, au lieu qu'elle s'étende au pays tout entier. « Tous les chefs d'entreprise sont groupés en circonscriptions départementales ayant leur organisation et leur administration distinctes et divisées elles-mêmes en arrondissements » (art. 24-25). Les commissions d'arrondissement (1) sont chargées de donner leur avis sur le classement des industries par catégories, sur la détermination du coefficient des risques de chaque établissement et de fixer en premier ressort les indemnités dues aux victimes des accidents. Dans chaque département une commission statue en dernier ressort sur ces indemnités et arrête le classement des industries et les coefficients de risques, sauf appel à un conseil supérieur (2).

Le ministre peut, d'ailleurs, après avis conforme du conseil supérieur, grouper en une seule circonscription plusieurs départements ou plusieurs arrondissements (3), ou diviser, au contraire, un même arrondissement en plusieurs circonscriptions, de manière à rendre plus équitable la répartition des indemnités.

Ces dispositions sont déjà bonnes, étant admis le système qui leur sert de support; mais nous espérons qu'elles seront complétées dans le sens de la tendance qui les a inspirées. Si un département sert de siège à plusieurs industries considérables et distinctes, comme la métallurgie et le tissage, ne conviendrait-il pas

(1) La commission d'arrondissement est présidée par le président du tribunal civil, et comprend, en outre, deux fonctionnaires et un médecin, nommés par le préfet, deux conseillers d'arrondissement désignés par leurs collègues, deux patrons et deux ouvriers élus par les mêmes électeurs que les conseillers prud'hommes.

(2) La commission du département est composée, sous la présidence du préfet, de deux magistrats, de trois fonctionnaires et d'un médecin, nommés par lui, de deux conseillers généraux désignés par leurs collègues, de trois patrons et de trois ouvriers élus par les délégués des commissions d'arrondissement.

(3) Le projet du gouvernement contient la faculté du groupement (mais non du sectionnement), dans son article 33, qui autorise le ministre du commerce, après avis des chambres de commerce, « à réunir dans une même catégorie les industries qui présenteraient une similitude absolue de risques ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de sectionner la commission départementale et la commission d'arrondissement en sous-commissions correspondant à ces grandes catégories professionnelles? On y gagnerait plus d'affinité dans les groupements et de compétence dans les décisions. La confusion d'industries hétérogènes dans un même organisme compliquerait le fonctionnement de la loi; leur isolement en aplanirait les difficultés.

Ce n'est pas la circonscription départementale qui doit servir de base à cette délimitation : c'est le bassin industriel. A une limite artificielle et administrative on substituerait avantageusement les limites naturelles et économiques. Par exemple, en matière de mines, les départements du Nord et du Pas-de-Calais seraient malaisément séparés et, d'autre part, on ne gagnerait rien à confondre, pour ces départements, l'industrie minérale avec celles de la métallurgie, du sucre et des textiles.

Quant aux attributions des commissions elles-mêmes, nous ne sommes pas sans inquiétude sur celles qui touchent à la détermination du coefficient des risques. Cette fixation est fort difficile à opérer équitablement et, fût-elle même irréprochable, elle sera forcément mal accueillie par ceux dont elle lésera les intérêts et qui l'accuseront toujours de partialité.

C'est donc un cadeau dangereux à faire à l'État que de lui confier cette épineuse mission. Soit qu'il s'en acquitte par lui-même, soit qu'il la délègue à des commissions où ses représentants ont la majorité, il en assumera la responsabilité aux yeux de ceux qui croiront avoir à se plaindre de ses décisions. Ne serait-il pas prudent d'imiter sur ce point l'Allemagne et l'Autriche et de se décharger de cette tâche sur des corps élus par les intéressés eux-mêmes, patrons et ouvriers ? Le travail de classement sera mieux fait de la sorte et les récriminations inévitables qu'il suscitera n'atteindront pas l'autorité, qui se trouvera ainsi couverte.

Le projet provisoire (1) de la commission parlementaire apporte à celui du gouvernement un autre tempérament libéral : c'est la faculté de l'assurance individuelle pour ceux des patrons qui voudront rester leurs propres assureurs. Bien que le texte ne le dise pas et demande sur ce point un peu plus de précision, il est à supposer et à espérer qu'il n'exclut pas les assurances collectives faites par des syndicats mutuels, à la condition qu'ils présentent les garanties légales. Si deux, dix, cent industriels se groupent et versent le cautionnement requis, s'ils réunissent ensemble l'effectif minimum réglementaire, pourquoi ne jouiraient-ils pas du même bénéfice qu'un patron isolé? Quel profit trouverait-on à les empêcher de combiner leurs efforts collectifs en vue de satisfaire aux prescriptions de la loi? Le syndicat d'assurance mutuelle était la forme que semblait préférer et encourager le texte voté par la Chambre en 1888. Les motifs invoqués alors en sa faveur

(1) Nous insistons sur le caractère « provisoire » du projet de la commission parlementaire qui n'a pas encore arrêté ses résolutions. Ce projet est donc moins un texte définitif que l'indication des tendances de la commission et du sens dans lequel elle dirige ses travaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

subsistent toujours. Ce qui importe, c'est le résultat et non le moyen. Pourvu que le résultat soit efficacement obtenu, ne vaut-il pas mieux pour l'État se dispenser d'intervenir et faire l'économie de sa responsabilité pour laisser agir à sa place celle des intéressés ?

« Nous pensons, — dit, dans l'exposé des motifs de son amendement, un député, M. Dron, — qu'il ne faut contrarier l'initiative privée que dans les cas où l'on y est contraint par une nécessité sociale. Or il n'en est pas ainsi dans le cas présent. » C'est en partant de ce principe que l'honorable député a combiné une proposition qui a pour base l'assurance obligatoire, mais qui laisse les patrons libres d'opter entre l'un des trois modes suivants : 1° l'assurance individuelle, à charge de verser un cautionnement de garantie ; 2° le syndicat d'assurances mutuelles dûment réglementé ; 3° l'assurance à des compagnies anonymes, sous la condition que ces compagnies seront tenues d'organiser une caisse de retraites-accidents, distincte de leur caisse générale, et ne seront admises à invoquer aucune clause de déchéance pour dégager leur responsabilité en cas de sinistre, sauf à exercer leur recours civil vis-à-vis du patron.

Ces clauses de déchéance sont en effet l'une des grosses objections contre les compagnies privées. Leurs contrats en sont « émaillés », et perdent dès lors toute valeur au regard d'une loi qui repose sur l'obligation de l'assurance. Les compagnies l'ont bien compris. Reconnaissant la nécessité de jeter du lest pour sauver la cargaison, elles ont constitué un comité qui, à la date du 9 mars 1891, a formulé une déclaration d'adhésion solennelle aux deux conditions inscrites au projet de M. Dron : « les sociétés mutuelles et anonymes peuvent renoncer à opposer aux ouvriers ou à leurs ayants droit les clauses de déchéance ordinairement édictées par les contrats actuellement en cours, en conservant néanmoins vis-à-vis des patrons tout recours civil de droit ; — les capitaux destinés à assurer la somme et l'amortissement des rentes temporaires ou viagères qui seront visées au profit des blessés par la nouvelle loi des responsabilités, devront être déposés par les sociétés mutuelles ou anonymes, au fur et à mesure de la constatation du droit à ces rentes, à une caisse d'État ou à telle ou telle autre institution placée sous la surveillance et le contrôle de l'État. »

Après une pareille transformation, rien ne s'oppose plus à ce que les compagnies d'assurance entrent dans le système du projet de M. Dron. Leur certificat fera foi auprès du percepteur pour établir que le patron s'est conformé à l'obligation légale de l'assureur, si mieux il n'aime rester son propre assureur ou s'affilier à un syndicat d'assurance mutuelle.

Dans le cas où il refuserait de recourir à l'un de ces trois modes entre lesquels il a l'option, une affiche serait apposée dans ses usines pour en informer ses ouvriers ; procès-verbal serait dressé contre lui ; puis, après récidive dûment constatée, il serait pris d'office sur ses propriétés une inscription hypothécaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la caisse nationale d'assurance contre les accidents, fondée en 1868, et qui n'a jusqu'ici rendu aucun service, M. Dron la supprime par les raisons générales qui condamnent toute exploitation par l'État. Les bons risques seront sollicités au rabais par les compagnies. Quant aux mauvais risques, si l'État les accepte au tarif ordinaire, il fera des pertes qui retomberont sur le contribuable; s'il relève les tarifs, il mettra les clients en fuite et n'aura personne.

Tel n'est pas l'avis des signataires d'une proposition de loi déposée le 29 juin 1891 à la Chambre par un groupe de sept députés. Au lieu d'abolir l'institution de 1868, ils la consolident en rendant son recours obligatoire, à partir du 1er janvier 1892, « à la charge de l'employeur individuel ou collectif », et en fixant la prime d'assurance au taux uniforme de 8 francs par an pour chaque individu, quels que soient sa profession et les risques qu'elle entraîne.

VII. *Les caisses régionales d'assurance.* — Même dans les projets les plus libéraux, qui laissent l'assurance facultative, admettent les syndicats d'assurance mutuelle et veulent réduire au minimum l'intervention de l'État, comme celui de la Chambre des Députés en 1888 et celui de M. Dron, les caisses publiques jouent un rôle prépondérant. C'est la caisse d'assurance en cas d'accident qui sert de banquier aux syndicats d'assurance mutuelle; c'est dans les caisses de l'État que sont versés les cautionnements des patrons voulant être leurs propres assureurs et les réserves des compagnies mutuelles ou anonymes.

Cette unanimité provient de ce que, recherchant à bon droit pour les capitaux d'assurance une sécurité absolue, les auteurs et les signataires de ces projets ont cru ne pouvoir la trouver que dans la gestion de ces capitaux par l'État. Les catastrophes de Terrenoire et du Comptoir d'Escompte, qui ont compromis l'avoir des ouvriers, ont produit une émotion profonde, et contribué à accréditer la conviction que, pour gérer ces fonds, hors de l'État il n'était point de salut.

C'est donc un courant sans cesse grossissant et d'une extrême violence qui porte tous les fonds de la prévoyance dans les coffres du Trésor. Cependant des économistes et des hommes d'État soucieux du bon ordre des finances voient avec inquiétude les milliards s'engloutir ainsi dans les caisses de l'État, voilant la clarté des budgets, donnant en temps normal de périlleuses facilités aux ministres des finances et pouvant en temps de crise déchaîner des paniques compromettantes pour le crédit national et les habitudes d'épargne. Si les fonds vont ainsi s'accumuler entre les mains de l'État, de quelle ressource disposera l'activité économique du pays? Que restera-t-il pour alimenter l'agriculture, le commerce et l'industrie qui le font vivre?

Préoccupé à un haut degré de ce danger grandissant, j'ai pensé que le meilleur moyen de le conjurer était de recourir à des « caisses régionales de prévoyance », organisées sur le type des compagnies françaises de chemins de fer, et placées,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme elles, à mi-chemin entre l'individu et l'État. J'ai esquissé le mécanisme et le fonctionnement de ces institutions devant le Congrès des accidents en 1889 et devant celui des sociétés savantes à la Sorbonne en 1890 (1). Je me bornerai donc à dire ici qu'elles se recruteraient avec des éléments locaux qui, aujourd'hui, restent trop souvent inertes et stériles faute d'emploi. Elles bénéficieraient de la garantie de l'État, indispensable pour obtenir la confiance du public; mais elles seraient, en échange, régies par un cahier des charges très précis et soumises à un contrôle rigoureux qui les empêcherait de s'en écarter.

Là où la compagnie régionale serait organisée, c'est elle qui remplirait désormais les attributions de la Caisse des dépôts et consignations vis-à-vis des Caisses d'épargne, de même que celle de la Caisse nationale de la vieillesse et de la Caisse nationale d'assurance contre les accidents et en cas de décès. Ce serait, en un mot, la décentralisation des caisses publiques, par région.

Le recours à ces caisses resterait facultatif, comme l'est aujourd'hui le recours à la caisse publique, dont elles seraient la monnaie. Elles subiraient, — toujours comme cette caisse, — la concurrence des institutions libres telles que compagnies d'assurance, sociétés d'épargne ou de retraite, et lutteraient contre elles à armes loyales, sans monopole, leur organisation étant combinée de manière à couvrir tous les frais et à laisser expressément nominale la garantie de l'État.

Ces caisses régionales ne différeraient pas seulement des caisses publiques actuelles par leur décentralisation et par leur autonomie relative, mais encore par l'emploi de leurs fonds, qui serait régional, comme elles le sont elles-mêmes. Au lieu que tout afflue à Paris, chaque région retiendrait les fonds qu'elle a produits. Quel emploi en ferait-elle? Libres de leurs placements sous le contrôle de l'État, les caisses régionales pourraient reverser les fonds reçus sur la région qui les aurait fournis. Il y aurait là une sorte de circuit bienfaisant. Émanés de la région, les fonds y retourneraient pour féconder le travail et les institutions de patronage, conformément à l'honorable initiative prise par les caisses d'épargne de Marseille et de Lyon, qui viennent de prêter, sur leurs réserves personnelles et dans des conditions de prudence absolue, leur concours financier à des entreprises de maisons ouvrières en pleine prospérité.

Ce système, qui paraît en France une nouveauté audacieuse, est couramment pratiqué à l'étranger. En Belgique, en Italie, en Allemagne, en Autriche, en Espagne, en Suède, en Suisse, aux États-Unis, *partout enfin, sauf chez nous*, on sait donner aux capitaux d'épargne un emploi fécond, sans les confier à l'État et sans les compromettre.

(1) Voir *De l'organisation de l'assurance contre les accidents.* Compte rendu du Congrès de 1889, t. Ier, p. 461. — *Ibidem*, t. II, p. 349. Voir aussi *les Caisses régionales de prévoyance* (1891. Guillaumin.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on recourt à l'État toutes les fois que l'individu est convaincu d'impuissance, c'est au panthéisme d'État qu'on aboutit par une pente fatale. L'envahissement graduel et irrésistible de l'État découle logiquement de l'individualisme. Tout y mène, tout y pousse, de sorte qu'en dernière analyse, en face d'individus sans cohésion et sans liberté se dresse l'omnipotence de l'État.

Pour échapper à ce danger, il n'existe qu'un moyen : c'est de faire appel à l'association, de quelque nom qu'on la désigne et pourvu qu'elle groupe en un solide faisceau des forces homogènes et convergentes, de manière à faire, suivant le mot de Platon, « de l'impuissance de chacun la puissance de tous ». L'association est la clef de toutes ces questions sociales contre lesquelles on se débat et dont on demanderait vainement à l'État la solution. Qu'on prenne contre elle des précautions, si l'on a peur de ses empiètements ou de ses abus, — sans aller toutefois jusqu'à l'étouffer ou à la garrotter sous prétexte de surveillance ; — mais qu'on ne l'écarte pas systématiquement au profit de l'État. Si les intéressés y gagnent de gérer leurs propres affaires, de son côté l'État y trouvera le double avantage de soulager sa responsabilité et de contribuer à l'éducation administrative du pays (1).

VIII. *Initiatives et travaux en dehors du Parlement.* — Pour ne pas étendre démesurément le cadre déjà trop vaste de ce rapport, nous nous abstenons d'examiner les autres points de la loi, tels que le régime fait aux veuves, orphelins et ascendants de la victime, la procédure pour la fixation des indemnités ou leur revision, le calcul des pensions, celui du salaire, les règles à suivre vis-à-vis des ouvriers étrangers. Les points que nous avons traités servent d'ossature à la loi et suffisent à en déterminer l'agencement général.

Jusqu'ici nous nous sommes renfermé dans l'enceinte du Parlement; mais nous ne donnerions qu'une idée incomplète de la question des accidents en France, si nous ne sortions pas de cette enceinte législative pour voir et pour dire en quelques mots ce qui s'est fait dans le pays autour de cette question depuis 1889.

(1) Une proposition de loi déposée à la Chambre le 9 mars 1891 par treize députés, parmi lesquels MM. Le Cour, de Mun..., admet l'assurance obligatoire, mais ne veut pas faire de l'État « une sorte de caissier universel ». — « Cet État assureur, percepteur, payeur, » continue l'exposé des motifs, « finirait par écraser les libertés nécessaires, sous prétexte de donner aux ouvriers la sécurité la plus absolue et d'épargner aux chefs d'entreprise la charge d'une administration difficile et coûteuse. » Les auteurs de la proposition concluent donc à la création de *caisses régionales d'assurances*, administrées par des patrons et des ouvriers et chargées de répartir les dépenses des accidents (indemnités, capital des rentes et frais généraux) entre les chefs d'entreprise de la région par groupe d'industrie.

Ces caisses, sorte de démembrement de la caisse d'État, sont investies des mêmes attributions qu'elle et ont la faculté d'employer leurs capitaux de réserve en immeubles, fonds d'État, emprunts des départements et des villes, valeurs garanties.

Il y a là le germe d'une combinaison que des retouches suffiraient à rendre féconde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ici nous serons très bref, et nous nous bornerons à un simple énoncé, d'autant mieux que la plupart des initiatives que nous avons à citer doivent faire l'objet de rapports distincts soumis au Congrès.

L'association des industriels de France contre les accidents du travail, fondée et présidée par notre éminent collègue, M. Émile Muller, auquel nous envoyons en passant l'hommage de nos affectueux regrets, a continué à prospérer sous la présidence de son digne successeur, M. Périssé, et vient d'obtenir, par le décret du 8 avril 1891, la déclaration d'utilité publique, que lui a value l'éclat de ses services et qui va contribuer encore à son développement.

Les sociétés et compagnies d'assurances contre les accidents du travail ont compris la nécessité de se grouper en présence des projets de loi qui menaçaient leur existence et elles ont constitué, le 9 mars 1891, un comité dont le premier acte a été la déclaration d'adhésion aux bases du projet de M. Dron que nous avons analysé au cours de ce rapport.

Les maîtres de forges et les exploitants de houille sont déjà depuis longtemps rapprochés en deux comités professionnels, dont l'un, celui des houillères, a pour secrétaire général le sympathique et dévoué secrétaire général du Congrès de 1889, M. Gruner. Sérieusement préoccupés des graves dangers d'un système qui ferait de l'État l'assureur unique, ces comités n'ont pas cru devoir s'en tenir à une attitude purement passive. Dans la persuasion que le plus sûr moyen de faire apprécier par tous les industriels et accepter par le législateur les avantages de l'assurance mutuelle était d'agir, ils ont mis à l'étude une caisse syndicale d'assurance mutuelle. Cette caisse a été définitivement organisée le 8 juillet dernier par le comité des forges et ne tardera sans doute pas à l'être par celui des houillères. C'est à notre collègue, M. Albert Gigot, l'un des promoteurs de cette institution, qu'il appartient de nous en décrire l'objet et le mécanisme dans le rapport qu'il doit présenter sur ce sujet au Congrès des accidents.

A cause de l'affinité qui relie toutes ces lois sociales (1), nous devons une mention spéciale au projet de loi sur la création d'une caisse nationale des retraites ouvrières qui a été présenté le 6 juin dernier par le ministre de l'intérieur et celui des finances. Il devient de plus en plus difficile de séparer désormais l'étude de ces diverses assurances, et notre Congrès ferait bien d'élargir son titre pour le mettre en harmonie avec la réalité des faits et l'extension obligatoire de ses travaux (2).

Les questions de statistique jouent un rôle important dans l'élaboration et le fonctionnement de ces lois. Le législateur a besoin de la statistique pour édifier ses constructions. Faute de cette base solide, elles courent grand risque de rester en l'air ou de s'écrouler. En ce qui concerne les accidents en particulier et la loi

(1) Voir les mémoires présentés au Congrès par M. Bodenheimer et M. Schuler sur les *Rapports entre les assurances contre l'invalidité et la vieillesse, la maladie et les accidents.*

(2) Cette proposition a été adoptée par le Congrès. — Voir ci-après ses résolutions p. 665.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'assurances qui les vise, il serait indispensable d'en posséder une bonne statistique par professions, pour établir les coefficients de risques et calculer les primes d'assurances ; il faudrait aussi disposer d'une table authentique donnant la mortalité des blessés invalides. Nous avons à plusieurs reprises insisté sur la nécessité de procurer au législateur ces données essentielles et, dans ce but, d'aborder sans hésiter de grandes opérations statistiques, et en particulier le recensement spécial des professions, base primordiale de tous ces relevés (1).

Aidé par le comité des houillères de France, notre excellent collègue, M. Gibon, a procédé à une enquête en 1890 sur les accidents survenus de 1884 à 1888 dans les mines, et a recueilli les réponses de 17 compagnies importantes, occupant ensemble 31 349 ouvriers. Il a consigné les résultats de cette enquête dans un intéressant volume que l'on consultera avec profit (2).

Le comité permanent des accidents du travail, dont M. Gruner était mieux que personne qualifié pour exposer au Congrès le but et les travaux, a tenu dans chacun des numéros de son *Bulletin* ses lecteurs au courant de tous les faits et de toutes les statistiques se rattachant à ses études.

Sous l'impulsion de M. Jules Roche, ministre du commerce et de l'industrie, le conseil supérieur de statistique a consacré la session de 1890 à la statistique sociale. Une sous-commission a été spécialement chargée de la statistique des accidents et à la suite d'un remarquable travail de son éminent rapporteur, M. Keller, elle a conclu à l'ouverture d'une enquête sur les accidents survenus pendant un an dans les établissements autres que les mines, administrés ou surveillés par l'État (3), et a préparé les formules de cette enquête, dont nous attendons avec impatience les résultats.

Il nous manquait jusqu'ici, pour élaborer ces statistiques, un instrument qui rend ailleurs les plus grands services : je veux parler de ces « bureaux statistiques du travail », organisés sur le plan de ceux des États-Unis. Cette lacune vient d'être comblée par la loi du 21 juillet 1891, portant création d'un « Office du travail » et par le décret du 19 août 1891 qui en détermine les attributions et le fonctionnement. Nous sommes donc outillés désormais de manière à réunir méthodiquement les informations nécessaires à la bonne assiette des lois sociales.

(1) *La Définition statistique des accidents et le recensement des professions.* Compte rendu du Congrès des accidents en 1889, t. I, p. 195. — *Les Lacunes de la statistique et les lois sociales,* Congrès des sociétés savantes, 1890. (Guillaumin.)

(2) *Les Accidents du travail et l'industrie,* par M. Gibon, ancien directeur de Commentry. (Guillaumin.)

(3) La commission a demandé, en outre, que les divers ministères fussent invités à fournir les résultats généraux des statistiques d'accidents, dont elles posséderaient déjà les éléments dans leurs archives.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En somme, les deux années qui se sont écoulées depuis le Congrès de 1889, n'ont pas été perdues pour la question des accidents. On a fait le tour de cette question pour l'envisager sous toutes ses faces; on en a creusé les profondeurs; on a reconnu ses relations avec les questions qu'elle confine et qui sont sous sa dépendance comme elle est sous la leur. Elle n'a pas encore, il est vrai, abouti à sa formule définitive; mais elle a du moins été l'objet d'une préparation féconde, qui peut faire espérer prochainement sa solution légale.

IX. *Combinaison du principe de l'assurance obligatoire avec le maintien et le développement des institutions existantes.* — Si, en terminant cet exposé, il est permis au rapporteur de prendre la parole en son nom et d'exprimer ses vues personnelles, voici comment il comprendrait l'agencement des assurances dans l'hypothèse où, contre son gré, le principe de l'assurance obligatoire devrait définitivement inspirer la législation sur les accidents.

Il ne lui semble pas que l'adoption de ce principe doive entraîner forcément celle du système germanique, c'est-à-dire celle d'une solution uniforme imposée par l'État et courbant tous les industriels sous la même formule. Nous avons bien en France l'instruction primaire obligatoire, et cependant les pères de famille ont en principe la liberté du choix de l'école. Sur nos places, le long de nos rues, l'alignement est obligatoire, mais non l'uniformité des façades et des plans de nos maisons. Le referendum suisse du 21 novembre 1890 n'a admis le principe de l'obligation dans l'assurance contre les accidents qu'à la condition de tenir compte des institutions et caisses de secours existantes. Le projet de loi italien, élaboré par l'honorable M. Chimirri, fait une large place à ces institutions autonomes. Même en Allemagne, la loi de 1883 portant assurance contre les maladies utilise les caisses antérieures et les encadre très heureusement dans le principe de l'obligation. On est tenu d'être assuré à une caisse, mais non à telle caisse déterminée, la même pour tous. C'est le régime de la *Kassenzwang* et non de la *Zwangskasse*.

Si cette liberté sur le choix des moyens convient à un pays, c'est surtout à la France, où les initiatives spontanées ont produit de si beaux résultats en matière d'institutions ouvrières ou patronales, comme l'a bien montré l'exposition d'Économie sociale en 1889. Ce serait grand dommage que d'en faire table rase pour leur substituer l'action implacablement uniforme de l'État. Le problème à résoudre consiste à en tirer parti, en les combinant avec le principe de l'obligation dans un système qui laisse aux intéressés le choix de l'assurance, c'est-à-dire analogue à celui du projet voté en 1888 par la Chambre, ou encore à celui du projet récemment déposé par M. Dron.

La forme à encourager de préférence nous paraît être celle du syndicat d'assurance mutuelle, formé librement entre les industriels exerçant la même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

profession, à la condition qu'il présente une consistance et des garanties définies par la loi. Ces syndicats, dont celui du Comité des forges offre un type très recommandable, pourraient joindre la prévention à la réparation; ils se chargeraient de l'opération très difficile et très délicate du classement des risques, qui varient d'une usine à l'autre et déterminent celui des primes. Ils se modèleraient en un mot sur la corporation allemande telle que l'a instituée la loi de juillet 1884, mais avec cette différence essentielle qu'elle naîtrait d'un groupe spontané et non pas d'une coercition légale.

Quant à l'intervention directe de l'État, elle ne s'appliquerait qu'à ceux qui ne voudraient ou ne pourraient recourir à aucun des autres modes d'assurance; sous cette réserve que l'État devrait se garder d'élargir sa clientèle par des abaissements de tarifs qui écraseraient les autres institutions dans une lutte inégale.

Si l'État tient à nous imposer le résultat, qu'il nous laisse du moins le choix des moyens; qu'il nous permette de viser à notre façon le but qu'il nous assigne, pourvu que ce but soit atteint. Nous admettons bien qu'il supplée à notre impuissance ou à notre mauvais vouloir, mais nous lui demandons de réduire son action au minimum, de chercher à s'effacer, à provoquer les énergies individuelles ou collectives, à leur céder la place dès qu'elles seront en état de la prendre, à se rendre inutile au lieu de grandir son rôle et de tout accaparer. Il gagnera de soulager sa responsabilité, de surveiller et de diriger de haut l'action sans s'y compromettre, enfin de garder et de développer ces institutions qui sont l'honneur et la noble originalité de notre pays, et qui doivent leur fécondité à leur autonomie et à leur diversité.

Après cet exposé de la question des accidents en France, nous pensons que les lecteurs du *Bulletin* nous sauront gré de placer sous leurs yeux les résolutions prises par le Congrès de Berne.

Ces résolutions sont fermes sur les points où l'entente s'était établie entre toutes les parties de l'Assemblée, tels que la prévention des accidents, la statistique, le groupement des assurances homogènes, l'élargissement du titre du Congrès; mais elles se sont prudemment abstenues de trancher, par une formule catégorique, les questions où l'accord ne s'était pas fait et où il n'était pas désirable qu'il se fît, sous peine d'assujettir le monde entier au joug d'un même régime, qui, bon pour certains pays, pourrait ne pas convenir à d'autres. Il ne s'agit pas ici en effet d'une consigne à appliquer partout uniformément. Les lois, et plus encore les lois de ce genre, veulent être adaptées au tempérament, aux mœurs, à l'histoire, au génie propre de chaque peuple. Le Congrès a dit cela et il a eu raison de le dire. Aussi bien dans ses abstentions que dans ses conclusions fermes, il a fait preuve de sagesse et il aura ainsi plus efficacement contribué à l'avancement de cette grande question que s'il avait cherché à violenter l'état des esprits et à devancer la maturation graduelle des idées qui s'opère dans les esprits entre les sessions consécutives du Congrès.

E. Cheysson.

RÉSOLUTIONS DU CONGRÈS INTERNATIONAL DES ACCIDENTS DU TRAVAIL TENU A BERNE DU 21 AU 26 SEPTEMBRE 1891.

I. *Titre du Congrès et du Comité permanent.* — Pour tenir compte de la connexité entre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'assurance contre les accidents et les autres assurances contre les maladies en général, l'invalidité et la vieillesse, et pour adopter un titre conforme à l'étendue forcée et réelle de leur programme,

Le Congrès et le Comité permanent des accidents du travail s'appelleront désormais :

Congrès et Comité permanent des accidents du travail et des assurances sociales.

II. *Prévention et réparation des accidents du travail.* — C'est un devoir impérieux, à notre époque, de prévenir par tous les moyens possibles les accidents du travail et les maladies professionnelles et d'en réparer les conséquences.

a. En ce qui concerne les mesures préventives, il est désirable de combiner l'action des initiatives individuelles avec celle des associations et de l'État.

b. En ce qui concerne la réparation des conséquences, il convient, pour la garantir en tout état de cause, qu'elle soit l'objet d'assurances organisées dans chaque pays suivant le système qui s'adapte le mieux à ses conditions particulières.

c. En organisant ces assurances, il paraît avantageux d'en détacher les accidents dont la conséquence est de courte durée pour les rattacher, autant que possible, à la même organisation que celle qui se rapporte aux maladies en général.

d. L'attention des pays qui voudraient en outre organiser l'assurance contre l'invalidité et la vieillesse est appelée sur la convenance de combiner, autant que possible, le réseau de cette assurance avec celui de l'assurance contre les accidents graves et les maladies professionnelles.

III. *Statistique.* — Convaincu de la nécessité d'asseoir les lois d'assurances sociales sur de bonnes statistiques et l'utilité de les dresser pour chaque pays sur des bases qui facilitent les comparaisons internationales :

a. Le Congrès exprime le vœu que les divers gouvernements qui ne l'ont pas encore fait veuillent bien prendre les mesures nécessaires pour procéder à des relevés méthodiques et aussi détaillés que possible des accidents du travail, en les appuyant sur un bon recensement des professions.

b. Le Congrès confirme à son Comité permanent le mandat de poursuivre l'étude des cadres d'une statistique internationale des accidents et l'invite à les soumettre au prochain Congrès, après s'être concerté, s'il y a lieu, avec l'Institut international de statistique, le Comité international d'hygiène et de démographie et autres corps analogues, pour amener une entente internationale sur les éléments servant de base à cette statistique, tels que la nomenclature des causes de décès et celle des professions.

IV. *Prochain Congrès.* — Le prochain Congrès des accidents et des assurances sociales aura lieu au plus tôt dans deux ans et au plus tard dans quatre ans.

La date exacte et le lieu de sa réunion seront arrêtés par le Comité permanent.

ARTS CHIMIQUES

LES PROPRIÉTÉS DES ALLIAGES, PAR LE PROFESSEUR W. C. ROBERTS AUSTEN (1).

J'ai commencé en avril 1890, à la requête de la commission désignée par l'institution des Mechanical Engineers pour l'étude des alliages, une série de

(1) *The Properties of Alloys,* mémoire présenté à l'*Institution of Mechanical Engineers* en octobre 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

recherches sur les effets qu'exerce sur les propriétés mécaniques et physiques du fer, du plomb et du cuivre, leur alliage avec de faibles quantités de certains éléments. La commission désirait me voir étendre mes études antérieures sur l'application de la loi périodique de Newland et de Mendeleeff aux propriétés mécaniques des métaux. L'énoncé primitif de cette loi est que les propriétés des éléments sont une fonction périodique de leurs poids atomiques. On a déjà démontré que les effets des impuretés ajoutées à l'or sont proportionnels à leurs volumes atomiques, et croissent avec ces volumes (1); il est intéressant de voir si cette loi peut s'appliquer à d'autres métaux.

La commission avait considéré comme opportun de commencer par l'étude du fer; mais, fort heureusement, cette étude a déjà été entreprise par M. Osmond, dont les recherches récentes ont démontré qu'il existe deux variétés de fer pur : la variété douce, désignée par la lettre α, et la variété dure, désignée par la lettre β, et qu'en outre, l'action des impuretés sur le fer ne paraît pas obéir à la loi périodique. Les éléments étrangers dont on a étudié expérimentalement l'influence sur les points critiques du fer ont été rangés au tableau suivant dans l'ordre de leurs volumes atomiques obtenus en divisant leurs poids atomiques par leurs volumes spécifiques.

Carbone	3,6	Chrome	7,7
Bore	4,1	Tungstène	9,6
Nickel	6,7	Silicium	11,2
Manganèse	6,9	Arsenic	13,2
Cuivre	7,1	Phosphore	13,5
		Soufre	13,7

M. Osmond fait remarquer (2) que « les éléments de la première colonne, dont les volumes atomiques sont plus petits que celui du fer (7,2) retardent, toutes choses égales, pendant le refroidissement, la transformation du fer de la variété dure β en la variété douce α, ainsi que celle du carbone de trempe en carbone de recuit. En raison de ces deux actions, ces impuretés tendent à augmenter, à refroidissement égal, la proportion du fer dur β présente dans le fer ou l'acier refroidi, et, par conséquent, la dureté du métal. Leur présence équivaut, en fait, à la trempe plus ou moins énergique produite par un refroidissement rapide. D'autre part, les éléments de volumes atomiques supérieur à celui du fer élèvent ou tout au moins maintiennent à sa valeur normale, pendant le refroidissement, la température à laquelle se produit le changement de la variété dure β en variété douce α. De plus, ces impuretés rendant la transformation inverse, pendant la chaude, plus ou moins incomplète; elles accélèrent ordinairement la transformation du carbone de trempe en carbone de recuit. C'est ainsi qu'elles

(1) *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. CLXXIX, 1888, p. 339.
(2) *Comptes rendus*, vol. CX, 1890, p. 346.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conservent le fer à l'état doux α aux températures élevées; et elles doivent par conséquent agir de même dans le métal refroidi. Elles agiraient donc sur le fer, dans ce sens, à la manière d'un recuit, en le rendant doux et malléable, si leurs propriétés individuelles ou celles de leurs composés ne venaient masquer cette conséquence naturelle de leur présence. Le rôle essentiel des éléments étrangers alliés au fer est donc de hâter ou de retarder le passage du fer à un état allotropique pendant son refroidissement et de rendre cette transformation plus ou moins complète dans un sens ou dans l'autre, suivant que le volume atomique de l'impureté ajoutée est inférieur ou supérieur à celui du fer. En d'autres termes; les éléments de volume atomique inférieur tendent à ramener ou à maintenir le fer à l'état moléculaire particulier qui possède le volume atomique le moins élevé, tandis que les éléments de volumes supérieurs produisent l'effet inverse.

Il est évident que, si le fer peut exister à deux états très différents ayant chacun leurs propriétés particulières, les propriétés mécaniques d'un échantillon donné de fer ou d'acier devront dépendre des proportions relatives des deux variétés de fer présentes dans l'échantillon. Il est aussi évident que la nature de l'influence des impuretés est beaucoup plus complexe dans le cas du fer que dans celui de l'or, puisque leur principal effet sur le fer est, tout d'abord, de hâter ou de retarder le passage du métal de son état normal à un autre état qui possède une agrégation moléculaire toute différente et, par conséquent, des propriétés différentes. Dans le cas de l'or, il est possible que la constitution de ce précieux méta soit plus simple que celle du fer : il se peut que ses molécules soient formées d'un petit nombre d'atomes seulement, de sorte qu'il se prête moins aux variations allotropiques provoquées par les permutations atomiques moléculaires. L'action d'une impureté est peut-être plus directe sur l'or, puisque son influence ne s'exerce pas tout d'abord par une redistribution des atomes dans les molécules, mais en affectant les relations entre les molécules mêmes. Il se peut enfin que l'abaissement du point de fusion de l'or par la présence d'une impureté lui fasse prendre, pendant son refroidissement, une structure cristalline nuisible sinon fatale à sa ténacité.

La difficulté d'obtenir pour les essais mécaniques des masses de fer ne renfermant qu'une proportion donnée d'une seule impureté est très considérable, de sorte qu'il est très difficile d'étendre les recherches d'Osmond; mais on ne peut plus contester l'importance pratique de ses recherches, et l'on en comprendra mieux toute la portée en étudiant l'action des impuretés sur quelque autre métal susceptible d'exister probablement sous un état allotropique. C'est en raison de la grande importance des recherches d'Osmond que l'on a cherché à en confirmer les principaux résultats par une méthode d'observation indépendante, comme nous le verrons plus bas.

Le plomb, qui est l'un des métaux choisis par la commission, existe proba-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blement sous plusieurs états. Muschenbrock, puis Guyton de Morveau (1), ont démontré que la ténacité du plomb augmente par le martelage et l'étirage, et Guyton de Morveau parle clairement de la perturbation moléculaire occasionnée par le traitement mécanique.

Bolley a démontré que l'on pouvait produire le plomb chimiquement actif par l'électrolyse (2), et M. Shaw (3) a été jusqu'à prouver que la polymérisation, ou l'augmentation du nombre des atomes d'une molécule peut se produire, dans les alliages de plomb et d'étain, à des températures inférieures à leurs points de fusion. L'observation faite par Coriolis (4) : que le plomb augmente de dureté par des fusions successives, même à l'abri de toute oxydation, n'est pas non plus sans portée. J'ai exécuté un grand nombre d'expériences sur l'action exercée par des traces d'impuretés sur les propriétés mécaniques du plomb, mais sans pouvoir encore en obtenir des résultats précis, ou même concordants. J'ai donc abandonné temporairement cette partie de mes recherches, car il est probable que l'on découvrira des preuves palpables des variations allotropiques plus facilement par des mesures thermiques que par des essais mécaniques.

Pyromètres. — Il faut, pour poursuivre ces recherches, disposer d'un pyromètre véritablement sûr. Les admirables recherches exécutées par Callendar (5) avec le pyromètre de Siemens ont rétabli la confiance en cet appareil, ébranlée par un rapport d'une commission de l'Association britannique (6). La marche de l'instrument dépend des variations de la résistance électrique d'un fil de platine intercalé dans une branche d'un circuit dérivé; elle est exacte jusqu'à 500°. MM. Callendar et Smith (7) ont démontré qu'avec une résistance de platine, on peut atteindre, entre 100° et 450°, des approximations de 0, 01 degré.

Dans nos recherches actuelles, on doit mesurer des températures beaucoup plus élevées, et nous disposons heureusement pour cela d'une méthode exacte. J'ai eu, dès 1889, l'occasion d'employer le pyromètre de M. H. Le Châtelier, et je me suis assuré de sa commodité et de son exactitude parfaite jusqu'à 1000°. En fait, cet appareil m'a permis de confirmer les observations fondamentales de M. Osmond sur les points critiques du fer et de l'acier et d'en démontrer les résultats dans une lecture à l'Association britannique, en septembre 1889 (8). Le pyromètre de Le Châtelier consiste (9) en un couple électro-thermique de platine et d'un

(1) *Annales de chimie*, 1809, pp. 189, 199.
(2) *Liebig und Kopp Jahresbuch*, 1849, p. 278.
(3) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, vol. V, n° 11, 1886.
(4) *Annales de Chimie et de Physique*, vol. XLIV, 1830, p. 103.
(5) *Philosophical Transactions*, vol. CLXXVIII, 1887, p. 161.
(6) *Report of the British Association*, 1874, p. 242.
(7) *Proceedings of the Royal Society*, vol. XLVIII, 1890, p. 220.
(8) *Nature*, nov. 1889, pp. 11 à 32.
(9) *Journal de Physique*, janvier 1887, p. 23.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alliage de platine contenant 10 p. 100 de rhodium. Les couples thermo-électriques sont employés depuis longtemps; mais, comme l'a fait remarquer Barus (1), dans un important mémoire tout récemment publié, on adopta dès l'origine des métaux défectueux, comme le fer et le palladium, qui, en raison de la facilité avec laquelle ils absorbent les gaz et subissent aussi des changements moléculaires, sont peut-être les métaux les plus impropres à cet emploi. Le pyromètre de Le Châtelier est basé sur la mesure du courant produit par l'échauffement d'une thermo-jonction dans le circuit d'un galvanomètre de grande résistance. Le thermo-couple est constitué par deux fils d'environ $0^{mm},5$ de diamètre, l'un en platine pur, l'autre en platine a 10 p. 100 d'iridium : la jonction des fils s'opère en les cordant, ou en les soudant à l'or sans fondant; mais la soudure ne présente aucun avantage spécial. On peut considérer cette jonction comme une pile, car elle engendre à elle seule un courant quand on la chauffe. On assure que les fils de platine rhodié, même assez longs, sont parfaitement homogènes, de sorte qu'ils n'occasionnent pas de courants parasites en antagonisme avec le courant principal produit par le chauffage de la jonction; mais il reste encore à déterminer ce point par des expériences très délicates, car on doit, par analogie avec les alliages de platine et d'or, douter de l'homogénéité complète de ces fils. Les propriétés thermo-électriques des fils de platine-rhodium ne sont, dit-on, qu'à peine modifiées par la traction ou par les variations brusques de températures; la nature de l'atmosphère gazeuse qui enveloppe le couple ne paraît pas influer sur l'exactitude de leur action; mais les expériences actuelles ont certainement établi la nécessité de protéger le couple contre les vapeurs d'argent, ainsi que du contact du silicium et de carbone. Les extrémités libres des fils de platine et de platine-rhodium sont soudées à des bornes en cuivre maintenues à température constante en les enfermant dans des éprouvettes pleines d'alcool et plongées dans de l'eau dont on observe la température. Ce thermo-couple mesure la différence des températures entre sa jonction et les bornes en cuivre.

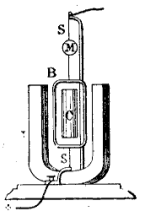


Fig. 1. — Galvanomètre apériodique Deprez - d'Arsonval. — U, aimant permanent. — C, bobine suspendue par un fil d'argentan *s* et mobile autour d'un noyau en fer *c*. — M, miroir amplifiant les déplacements de B.

Le galvanomètre qui semble le mieux adapté au pyromètre de Le Châtelier est le galvanomètre apériodique à miroir Deprez-d'Arsonval. Celui que nous avons employé a une résistance interne de 200 ohms et est représenté par la figure 1. La fixité du rayon réfléchi par le miroir M dès la fermeture du courant est extrêmement remarquable.

Graduation du pyromètre. — La force électromotrice développée par l'élévation de la thermo-jonction à une température donnée est mesurée par la posi-

(1) Voir la note 3, page précédente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'un rayon lumineux sur une échelle divisée en millimètres. M. Le Châtelier a donné une formule de conversion de l'échelle en degrés thermométriques; mais il vaut beaucoup mieux graduer l'échelle en portant les jonctions à des températures données par un thermomètre à air et en traçant ainsi la courbe de l'appareil. On a établi d'une façon incontestable, et par diverses méthodes concordantes, un grand nombre de points de fusion et d'ébullition, notamment les suivants :

Ébullition de l'eau	100 degrés.
Fusion de plomb	326 —
Ébullition du mercure	358 —
Fusion du zinc	415 —
Ébullition du soufre	448 —
Fusion de l'aluminium	625 —
Ébullition du silicium	665 —
Fusion de l'argent	945 —
— du sulfate de potasse	1015 —
— de l'or	1045 —
— du cuivre	1054 —
— du palladium	1500 —
— du platine	1775 —

On a employé pour calibrer la thermo-jonction de notre pyromètre les points d'ébullition ou de fusion parfaitement déterminés de l'eau, du plomb, du zinc, de l'aluminium, du soufre, du sélénium et du sulfate de potasse. Le point de fusion de l'argent, 945°, est l'un des plus saillants; mais j'ai trouvé que sa détermination exacte et son interpolation rationnelle dans la courbe l'abaissent à 920° du fait, probablement, de l'occlusion des gaz par ce métal. Les points de fusion de l'or à 1045° et celui du palladium déterminé à 1500° par Violle (1) sont généralement admis. Ces différentes températures, bien fixées, ont servi de base au calibrage du pyromètre.

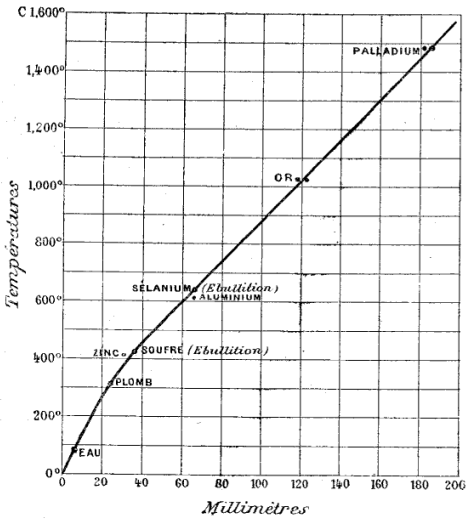


Fig. 2. — Graduation du pyromètre.

On a porté sur le diagramme (fig. 2) en ordonnées les températures et

(1) *Comptes rendus*, vol. LXXXIX, p. 702.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en abscisses les positions correspondantes du rayon lumineux qui les indique sur l'échelle : la continuité de la courbe ainsi tracée permet d'avoir la plus grande confiance dans les indications du pyromètre. On remarquera que la température de 90°, désignée sur ce diagramme comme point d'ébullition de l'eau, ne correspond, en réalité, qu'à la différence entre la véritable température de ce point — ou 100° — et la température observée de la jonction froide du pyromètre, qui était de + 10°. Cette température a varié pendant les diverses observations entre 10 et 15°.

On n'aurait guère espéré voir le point de fusion du palladium se raccorder aussi exactement avec le reste de la courbe. Voici quelques détails sur sa détermination. On fond rapidement un globule de palladium de 2 grammes environ en le plaçant dans la cavité d'un bloc de charbon de bois bien sain, puis en injectant dans cette cavité préalablement allumée un courant d'oxygène, par un tube de porcelaine d'environ 1 millimètre de diamètre. On réalise ainsi une source de chaleur intense, facile à diriger. Il est ensuite facile de plonger la thermo-jonction dans le globule de palladium qu'on laisse refroidir au fond du charbon convenablement incliné. Le globule se détache de la jonction aussi aisément que de la cire, et il est facile à un observateur exercé de noter exactement l'arrêt du rayon lumineux qui détermine les véritables points de fusion et de solidification. M. Le Châtelier a déjà démontré que la soudure de la jonction à l'or n'en diminue pas la sensibilité, et il paraît en être de même pour le palladium; mais les fils ne tardent pas à se briser après une courte exposition dans les alliages à ces hautes températures. Dans certains cas, dans la détermination du point de fusion du sulfate de potasse par exemple, on peut plonger la thermo-jonction à nue dans la masse que l'on porte graduellement à son point de fusion. Avec les métaux, on peut soit entourer la thermo-jonction d'une partie du métal, soit fondre le globule de métal auprès de la thermo-jonction, dans un creuset garni d'une matière réfractaire, silice ou magnésie calcinée. On chauffe le métal graduellement et uniformément jusqu'au point de fusion, par exemple au moyen d'un foyer à oxygène de Flechter : le commencement de la fusion est indiqué par l'arrêt du point lumineux suivi, si la masse du métal est faible, par un rapide mouvement en avant lorsque la fusion est complète.

C'est la division de l'échelle où s'est ainsi arrêté le rayon lumineux que l'on adopte comme désignant le point de fusion du métal. On arrive avec un peu de pratique à déterminer rapidement ce point; mais on fait facilement disparaître toute cause d'incertitude en réduisant la tache lumineuse à une mince raie verticale dont on enregistre photographiquement les déplacements.

On peut donc recommander pour une grande exactitude l'emploi de la dispo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sition représentée par la figure 3, suffisamment expliquée par sa légende.

La nature de la courbe photographique des points de fusion peut facilement s'illustrer par celle qui représente la fusion et la solidification d'une masse d'aluminium de 10 grammes. La thermo-jonction était, dans ce cas, protégée par une petite capsule de terre réfractaire de 1 millimètre d'épaisseur. Lorsque la plaque photographique est au repos, le point lumineux y trace la droite *e f* (fig. 4) : à mesure que la plaque avance, il y trace la courbe *f c*, légèrement sinueuse du fait des irrégularités inévitables de la chauffe du métal. En *a*, la courbe s'arrête au commencement de la fusion, et le point lumineux trace une droite parallèle à l'axe des abscisses jusqu'à la fin de la fusion, à partir de laquelle la température monte de nouveau, comme en *b*.

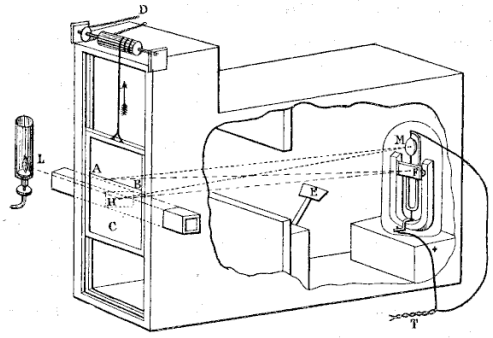


Fig. 3. — Ensemble de l'installation pyrométrique. — A B, fente horizontale par où la raie lumineuse verticale du brûleur L, réfléchie par les miroirs H et M, tombe sur toute la largeur d'un papier photographique Eastman C, uniformément déplacé devant elle par un mouvement d'horlogerie D. On vérifie l'uniformité de ce mouvement au moyen d'un interrupteur chronométrique E, interrompant à chaque seconde le rayon envoyé par le miroir fixe F au coin de la fente A B qui marque son zéro. M, miroir galvanométrique, soumis à la thermo-jonction T, et traçant au-dessus de la ligne de base des temps définis par le miroir F la courbe des températures.

On peut évidemment remplacer le tracé photographique par un tracé chronographique : et c'est même ce que l'on fit à l'origine des expériences. On notait le temps employé par la tache lumineuse pour franchir chacune des divisions d'une échelle transparente graduée, et cette notation s'inscrivait sur le ruban de papier d'un appareil de Bain, au moyen d'un signal électrique, à côté de pointages électriques commandés par un pendule battant la demi-seconde. Cette méthode, très délicate, exige un grand travail pour la traduction du ruban de papier et le tracé des courbes : elle est par conséquent bien moins pratique que la méthode photographique, qui trace les courbes automatiquement.

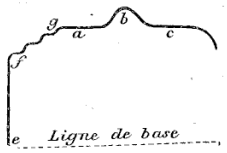


Fig. 4. — Graphique électro-thermique de la fusion et de la solidification de l'aluminium. Les abscisses représentent la durée de la chauffe et les ordonnées des températures correspondantes.

Les calculs nécessaires pour l'établissement des résultats finaux sont les suivants. On déduit de la courbe représentative d'une expérience particulière la température d'un point intéressant quelconque, en se rapportant à la courbe de calibration; mais il faut corriger cette température : 1° de l'erreur *e* du galvanomètre, due aux variations de sa température; 2° du changement *j* de la température de la jonction froide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La mesure des températures par la thermo-jonction dépend, comme on le sait, de la mesure d'une force électromotrice par une résistance connue. Il en résulte qu'il faudrait, théoriquement, faire une foule de corrections pour tenir compte, par exemple, des variations de la résistance des jonctions mêmes et des bornes; mais la grande résistance du galvanomètre rend ces corrections inutiles. Ainsi, la résistance des fils du pyromètre était, dans une expérience, de 2,42 ohms, et celle des bornes de 0,175 ohms, tandis que celle du galvanomètre était de 201 ohms. La longueur des fils portés à une haute température était trop faible pour influer notablement sur la résistance totale, même en supposant leur résistance doublée par la chaleur.

La première correction e se réduit donc à une simple correction thermométrique du galvanomètre. Cette correction paraît tout d'abord devoir en exiger plusieurs, telles que : 1° une correction c, pour la variation de la résistance des fils du galvanomètre; 2° une correction v, pour la torsion du fil de suspension, et enfin, 3°, une correction m, pour les variations du champ magnétique du galvanomètre.

La correction c, relative aux variations de la résistance du galvanomètre, s'opère facilement Le fil est en argentan, d'un coefficient de température égal à 0,00038 par degré centigrade. La déviation du point lumineux est, pour la température de fusion de l'or (1045°) de 16 centimètres sur l'échelle, et, par conséquent, une augmentation de température d'un degré réduit la déviation de 16 à 15,994 centimètres.

La variation v du coefficient de torsion du fil de suspension est tout à fait négligeable. On releva plusieurs fois par jour, et à des températures différentes, la durée de 500 oscillations du miroir, sans pouvoir noter des variations supérieures à 0,2 secondes; mais, comme le support du fil n'est pas de la même matière que le fil, et que ce fil est doué d'une certaine torsion initiale, le zéro de l'appareil se déplaçait un peu avec la température : on prit soin, après la découverte de cette variation, de rectifier chaque fois le zéro.

Les variations m du champ magnétique du galvanomètre sont probablement très faibles, et leurs effets seraient facilement annulés par l'emploi de températures élevées et connues.

Il faut enfin corriger la température indiquée par le miroir de l'erreur introduite par les variations j de la température de la jonction froide. En effet, le pyromètre ne mesure que les différences entre ces températures et celles des sections chaudes, ou entre cette température, maintenue invariable, et celles des sections chaudes. La courbe des déviations du rayon lumineux en fonction des températures correspondantes est presque une droite, entre les limites des expériences, de sorte que l'on peut légitimement ajouter ou retrancher de cette déviaion une longueur proportionnelle à la quantité dont les températures des jonctions

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

froides s'écartent d'une température normale, de 18 degrés, par exemple. On a appliqué cette correction et celle due aux variations de la résistance du galvanomètre aux indications données par le pyromètre pour les températures à déterminer. On comparait ensuite cette indication avec celle donnée — également corrigée — pour une température connue, fournie, par exemple, par un petit creuset plein d'or fondu : le produit de la différence de ces indications par la constante donnée par la partie de la courbe de calibration du pyromètre en jeu correspondant à la chute de température constatée donnait la différence entre la température cherchée et la température étalon.

On peut, en cas de rupture de la thermo-jonction, rejoindre de nouveau les extrémités de ses fils après en avoir enlevé la partie défectueuse, bien qu'il faille, dans une même série d'expériences, s'efforcer de conserver autant que possible la même thermo-jonction. Il faut donc prendre, pour la conserver, quelques précautions, car cette conservation est très difficile en raison de la nécessité absolue d'amener le couple tout près du métal fondu. On a adopté, pour prolonger le couple, divers moyens. Les couvercles en argile se brisent trop facilement lorsqu'on les expose brusquement à une haute température : on risque ainsi de détruire le couple au milieu d'une opération. Aux basses températures, on peut parfaitement renfermer le couple dans de petits tubes de fer remplis d'argent; mais le fer s'allie trop facilement à la plupart des métaux, à l'or par exemple. On prit enfin le parti de tailler au tour, dans des blocs de plombagine provenant des creusets de la Monnaie de Londres, dix petits creusets pourvus (fig. 5) au fond d'un manchon d'une hauteur égale aux 2/3 environ de celle du creuset, et dans lequel on insérait le thermo-couple pendant que ce manchon se trouvait entouré du métal fondu. La Morgan Crucible Compagny a construit des creusets de ce type spécialement pour nos recherches. Nous avons imaginé ce genre de creusets indépendamment, pour nos travaux; mais Barus en avait déjà employé de semblables sur une plus grande échelle pour l'étude de la fusion des métaux (1). Lorsqu'on étudie le point de solidification d'un métal, le creuset plein du métal fondu est retiré du foyer et placé au-dessus du thermo-couple de manière que ses fils approchent du sommet du manchon, sans toutefois en toucher les parois : à cet effet, on a soin de toujours les protéger par une petite capsule de platine très mince, Cette capsule est très utile pour éviter aux fils le contact du charbon et de la silice des creusets qui s'y combinent en augmentant leur résistance, ainsi que l'a démontré Callendar (2), et qui, en tous cas, abîment les fils mécaniquement.

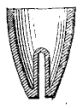


Fig. 5.
Creuset tubé.

Liquation des alliages de cuivre-argent. — Afin de se faire une idée exacte de l'étendue de ses applications, on soumit le pyromètre aux épreuves suivantes,

(1) *Bulletin of the United States Geological Survey*, n° 54, 1889, p. 54.
(2) *Philosophical Transactions*, vol. CLXXVIII, 1887, p. 161.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

relatives à la liquation des alliages de cuivre et d'argent, c'est-à-dire à la séparation de leurs éléments les plus fusibles. Cette série d'alliages a déjà été étudiée avec soin, et l'on en connaît beaucoup de propriétés, dont l'une des plus intéressantes est la remarquable réorganisation moléculaire qu'ils subissent pendant leur solidification. D'après Levol, la principale autorité en cette matière, le seul de ces alliages qui soit homogène est celui de 71,893 p. 100 d'argent et de 28,107 p. 100 de cuivre, qu'il considère comme un composé défini par la formule Ag_3Cu_2. J'ai aussi, il y a bien des années, étudié le refroidissement des alliages de cuivre-argent (1). Les chiffres du tableau ci-dessous, rapportés à la fig. 6, indiquent la manière dont une masse cubique de 45 millimètres de côté se modifie en se refroidissant rapidement. Il en résulte que l'argent se recueille vers le centre de la masse qui devient plus riche en argent de 1,28 p. 100 que les parties périphériques.

Alliage renfermant 92,5 p. 100 d'argent et 7,5 p. 100 de cuivre refroidi rapidement (fig. 6).

Plan vertical central.	Tant p. 100 d'argent.	Coins. (fig. 6).	Tant p. 100 d'argent.	Cotés. (fig. 6).	Tant p. 100 d'argent.
a. . . .	92,46	*h*.	92,32	*q*.	92,36
b. . . .	92,60	*i*.	92,37	*r*.	92,38
c. . . .	92,91	*k*.	92,33	*s*.	92,31
d. . . .	93,55	*l*.	92,33		
e. . . .	93,10	*m*.	92,39		
f. . . .	92,42	*n*.	92,38	Prise d'essai moyenne.	92,51
g. . . .		*o*.	92,27		
		p.	92,32		

Différence maxima entre le centre et le coin *o* (fig. 6) : 1,28 p. 100.

A la suite de ses mémorables recherches, Guthrie conclut (2) qu'en se refroidissant, « certains alliages rejettent des composés atomiquement définis, en laissant une masse fluide de composition non définie », de manière que ce qui reste finalement est l'alliage qu'il appelle l'alliage *eutectique*, ou le plus fusible de tous « dont les constituants ne sont pas en proportions atomiques ». Les recherches de Guthrie ne se rapportent qu'aux alliages à points de fusion peu élevés, comme ceux des métaux fusibles ; mais on peut espérer pouvoir déterminer d'après les tracés photographiques du pyromètre les températures de solidification ou de liquation des alliages de cuivre-argent. Ensuite, on pourra déterminer ainsi les compositions probables des alliages eutectiques de cette série aussi facile-

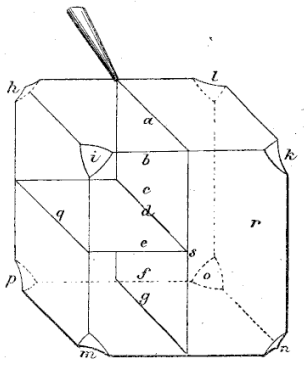


Fig. 6.—Prises d'essais sur un cube de 45m/m de côté en alliage de cuivre et d'argent.

(1) *Proceedings of the Royal Society*, vol. XXIII, 1874-75, p. 481.
(2) *Philosophical Magazine*, vol. XVII, 1814, p. 462.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment qu'on le faisait autrefois pour les alliages fusibles en plongeant un thermomètre à mesure dans le métal fondu.

La figure 7 représente le diagramme photographique du refroidissement d'une masse d'argent étalon du poids de 320 grammes. La température initiale de 1 068° tombe brusquement, en *b*, à 856°, température où commence la solidification en masse. Mais, avant ce brusque changement d'allure de la courbe, il s'en produit un moins accentué en *a*, probablement par la liquation d'alliages riches en cuivre. Aussitôt après *b*, la courbe tend à remonter un peu en *c*, ce qui indique un dégagement de chaleur, mais la courbe n'en continue pas moins à descendre jusqu'au point *d* (748°), où il se produit un second changement d'allure qui indique la présence d'un second point critique. On voit que ce point critique

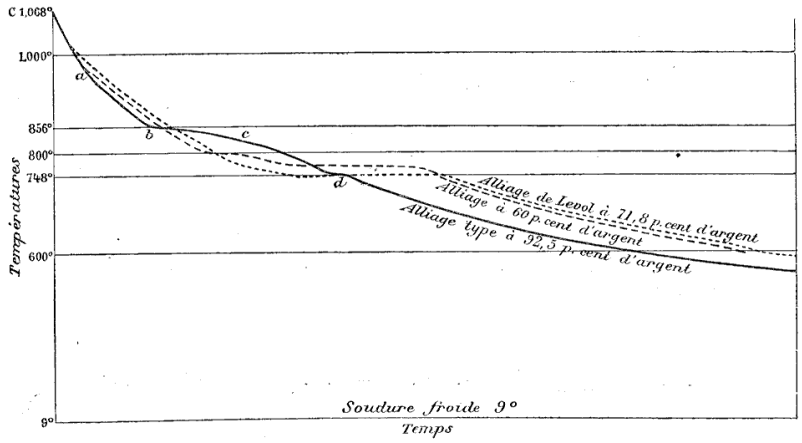


Fig. 7. — Courbes de solidification des alliages de cuivre-argent.

est caractérisé par un dégagement de chaleur, car la tache lumineuse y reste stationnaire pendant 40 secondes. Ce dégagement de chaleur est dû probablement à la solidification de l'alliage eutectique, le plus fusible de la série.

Le diagramme photographique du refroidissement de l'alliage de Levol $Ag_3 Cu_2$, à 71,893 p. 100 d'argent, n'indique (fig. 7) qu'un seul point critique, à 748°, température de solidification de la masse. Il en est de même de l'alliage Ag Cu, de 63,09 p. 100 d'argent; mais, bien que le point de fusion de l'alliage eutectique soit évidemment voisin de cette température de 748°, il ne faudrait pas en conclure que l'alliage eutectique a pour formule $Ag_3 Cu_2$ ou Ag Cu. Ces alliages sont probablement les derniers de proportions atomiques définies liquatés dans un bain de composition indéfinie. Le diagramme fig. 7 donne aussi la courbe d'un autre alliage de 60 p. 100 d'argent; il paraît démontrer que, dans une série d'alliages, le second point de solidification n'est pas tout à fait constant. Le refroidissement du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bronze des canons présente exactement les mêmes caractéristiques, mais son étude expérimentale n'est pas encore complètement terminée. Il est facile de maintenir liquides les alliages fusibles et de déterminer la composition réelle du plus fusible de leur série en exprimant à plusieurs reprises la masse fluide des cristaux en suspension au travers d'une toile d'amiante ; mais la température élevée nécessaire pour la séparation de l'alliage eutectique de la série cuivre-argent rendrait cette manipulation très difficile, bien qu'elle ne soit pas impossible.

Le diagramme photographique fig. 8 représente l'évolution thermique du refroidissement d'une masse d'acier qui avait déjà servi aux expériences de M. Osmond. On voit, d'après la courbe supérieure du diagramme, qu'il se produit pendant le refroidissement, comme l'avait indiqué M. Osmond, deux dégage-

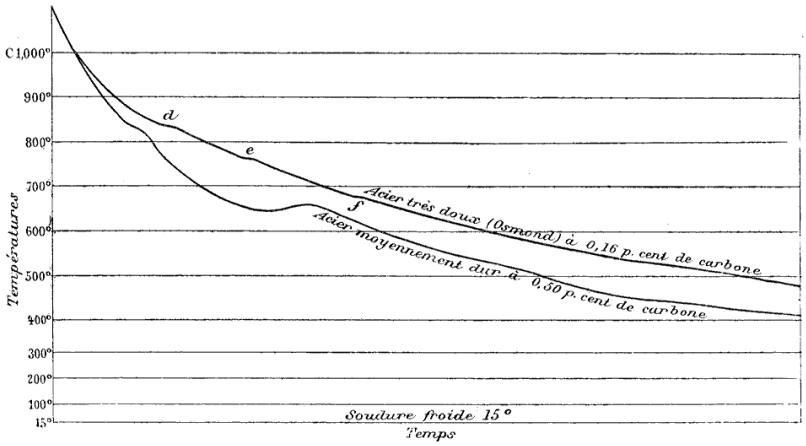


Fig. 8. — Refroidissement des aciers.

ments de chaleur distincts. L'un d'eux, en *d*, — à 843° — correspondrait à la transformation du fer dur en fer doux, car il se produit avec le fer décarburé. L'autre, qui se produit en *f*, à 675°, est certainement dû à un changement des relations entre le carbone et le fer. Il se produit probablement encore un faible dégagement de chaleur en *e*, à 767°. Il est intéressant de comparer à cette courbe la courbe inférieure, qui est celle du refroidissement d'un acier tenant 0,5 p. 100 de carbone ; il s'y produit un dégagement net de chaleur à 820° et un dégagement prolongé à 650°. Voici ce que M. Osmond m'écrivait lui-même le 18 décembre 1890, au sujet de ces courbes : « Les photographies sont très belles, mais, comme vous le dites, ce mode de représentation ne convient pas bien à la représentation des faibles dégagements de chaleur qui se produisent quand la masse se refroidit lentement, ce qui est représenté par la partie plate de la courbe. Il est pourtant certain que la moindre proéminence de la courbe est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réelle et n'est pas due à une erreur de calcul. La courbe représentative de mon acier est très claire; mais votre échantillon semble avoir été très bien choisi pour montrer les deux points critiques. »

Effet de petites quantités d'impuretés sur le point de fusion de l'or. — L'action principale des impuretés sur les propriétés mécaniques des métaux a été parfaitement établi ; mais l'impureté peut jouer un double rôle. Elle peut agir directement, pour son propre compte, sur la masse du métal fondu, puis, en changeant sa structure, altérer les propriétés mécaniques du métal solide; elle peut aussi, comme l'a démontré M. Osmond (1), retarder ou accélérer le passage du métal dans lequel elle est cachée de son état normal à un état allotropique, et modifier indirectement ses propriétés mécaniques. L'or présente, pour l'étude de ces deux séries de phénomènes distincts, des avantages particuliers. On peut le préparer très pur. Il ne s'oxyde pas, et l'on connaît déjà en grande partie l'action des petites quantités d'impuretés sur ses propriétés thermiques (2) et mécaniques. Elles en modifient la résistance et la ductilité d'une façon extraordinaire. Le platine vaudrait sans doute encore mieux, mais sa manipulation est très difficile. On rencontre aussi des difficultés avec l'or; mais, une fois qu'on les a surmontées, on peut poursuivre le travail avec confiance, dans le but d'étendre ces expériences aux métaux usuels. Il serait donc très important de démontrer l'influence thermique des impuretés sur le refroidissement d'une masse d'or.

A quel degré, par exemple, une impureté définie influence-t-elle le point de fusion de l'or? La solidification finale de la masse est-elle précédée dans tous les cas par des stages intermédiaires, ou le passage de l'état liquide à l'état solide a-t-il lieu rapidement? J'ai, il y a plusieurs années, appelé l'attention sur le remarquable abaissement du point de fusion de l'or produit par la présence du silicium; mais l'absence d'un pyromètre m'a, jusqu'à présent, empêché de faire sur ce sujet des expériences directes.

Nous avons déjà décrit notre méthode de préparation de l'or pur (3). Pour chacune de nos expériences, on fondait 132 grammes d'or dans un creuset à tube central qui pesait, avec son couvercle, 130 grammes. La température initiale du métal fondu était de 1200° environ, de sorte qu'il fallait prendre soin de la durée des thermo-jonctions, et vérifier exactement l'exactitude de leurs indications. On vérifia que des creusets divers, de mêmes dimensions et remplis du même poids d'or, donnaient des résultats concordants; mais, parfois, le fil de platine du couple s'aigrissait et se brisait. Dans ce cas, on enlevait le fil brisé et on en raccordait les bouts. Pendant toute la durée des expériences, on eut à sa disposition

(1) *Comptes rendus*, vol. CX, 1890, p. 346.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, vol. XX, 1860, p. 66.
(3) *Philosophical Transactions*, vol. CLXXIX, 1888, pp. 339-349.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un creuset d'or pur, qui permettait de vérifier de temps en temps l'appareil par le point de fusion de cet or.

Le but des expériences était, tout d'abord, de vérifier si l'influence des impuretés sur le métal était véritablement sensible, c'est-à-dire si l'insertion de la pointe d'une mince baguette d'argile indiquait ou non l'existence d'un état pâteux ou granulaire. Mais l'installation de nos appareils permit de déterminer le retard du point de fusion occasionné par une addition connue d'éléments dosés.

Les expériences de Raoult sur l'abaissement du point de fusion des dissolutions l'ont amené à conclure que la dissolution d'un poids moléculaire d'une substance quelconque dans cent poids moléculaires d'un dissolvant quelconque en abaisse le point de fusion de 0°,62. On n'avait pas vérifié ce fait pour les dissolutions des métaux dans les métaux jusqu'au grand travail de Heycock et Neville (1) à ce sujet. Leurs recherches ont porté, jusqu'à présent, d'abord sur l'abaissement des points de fusion du sodium et de l'étain par l'addition d'autres métaux, puis sur les poids moléculaires des métaux à l'état de dissolution. On peut résumer comme il suit les principaux résultats de leurs expériences, en comparaison avec les lois empiriques de Coppet et Raoult. Ils s'accordent avec la loi que, « pour une concentration modérée, l'abaissement du point de fusion est proportionnel au poids de la substance dissoute dans un poids donné du dissolvant. » En considérant les molécules du mercure et du zinc comme monoatomiques à l'état de dissolution dans l'étain, ces expériences confirment la seconde loi : que « si l'on compare les abaissements du point de fusion produits par la dissolution de diverses substances dans un même dissolvant, l'abaissement produit par un poids moléculaire de la substance dissoute est indépendante de la nature de cette substance ».

Quant à la troisième loi : « qu'à nombre égal de poids atomiques du *dissolvant*, l'abaissement du point de fusion est indépendante de la nature du dissolvant », on l'a trouvée probablement inexacte, comme il faudrait d'ailleurs s'y attendre d'après les considérations théoriques. Dans le cas du silicium et de l'or il semble se produire un long stage demi-fluide : le métal peut renfermer des particules solidifiées et rester néanmoins assez fluide pour s'écouler facilement; mais ce phénomène n'a pas encore été suffisamment étudié.

Ramsay a déterminé, dans une recherche de grand intérêt (2), le poids moléculaire d'un certain nombre de métaux par la méthode des pressions de vapeur, de Raoult; c'est-à-dire qu'il mesura l'abaissement de la pression de vapeur du dissolvant par un poids donné de substance dissoute. Il a trouvé que, malgré les irrégularités que présente le sodium, « il paraît légitime de conclure qu'en géné-

(1) Riemedyk, *Journal of the chemical Society*, vol. LV, p. 666, 1889; vol. LVII, p. 376, 656, 1890.

(2) *Journal of the chemical Society*, vol. LV, 1889, p. 521. Voir aussi Tammann, *Zeitschrift für physikalishe Chemie*, 1889, p. 441.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ral, dans une dissolution, l'atome de métal est identique à sa molécule, autant que les propriétés des métaux vaporisés nous amènent à le supposer ».

Voici comment on faisait les expériences. On fondait l'or dans un creuset, puis on notait son point de solidification de deux manières. La première consistait à mesurer par un chronographe la vitesse du refroidissement, et à tracer une courbe ayant pour coordonnées les temps et les températures : le point de fusion était exactement indiqué par le brusque changement de direction de la courbe. D'après la seconde méthode, on plongeait dans le métal fondu, par un orifice du couvercle du creuset ordinairement fermé par une pastille de charbon, une petite baguette de terre réfractaire; on arrivait, avec un peu d'expérience, à sentir ainsi à la main la formation d'un état pâteux ou granulaire et à noter le point réel de solidification, que l'on télégraphiait sur le papier du chronographe par un signe spécial. Après cela, on refondait l'or, auquel on ajoutait un poids connu de l'impureté étudiée, soigneusement enveloppée dans une feuille d'or, et l'on chauffait de nouveau le creuset afin d'assurer la fluidité de la masse convenablement brassée par une petite baguette d'argile; on amenait ensuite le creuset près de la thermo-jonction, et l'on observait de nouveau le point de fusion. Le diagramme fig. 9 représente en A la courbe de fusion de l'or pur; les courbes B, C, D sont celles d'alliages d'or avec 0,2, 0,4 et 0,8 p. 100 de plomb. L'abaissement du point de fusion est proportionnel au dosage en plomb, au taux d'environ 19° pour chaque atome de plomb ajouté à 100 atomes d'or, sans aucun passage par l'état pâteux.

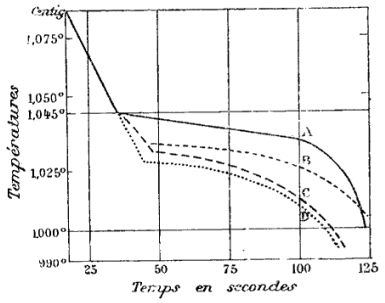


Fig. 9. — Refroidissement des alliages d'or et de plomb.

Voici comme on calcule cette proportion. D'après la théorie atomique, 196 parties d'or en poids renferment autant d'atomes que 208 parties de plomb; si donc l'on ajoute 0,2 p. 100 de plomb à une masse d'or, elle renfermera $\frac{0,2 \times 196}{208}$ ou 0,19 atomes de plomb par 100 atomes d'or.

On appelle *chute atomique* le quotient de l'abaissement ou de la chute du point de fusion par le nombre des atomes de l'impureté qui la déterminent dans 100 atomes d'or; elle est sensiblement constante pour une masse quelconque d'un même métal. A partir de 0,3 p. 100 de plomb, l'oxydation occasionne quelques perturbations : la simple action moléculaire est, en apparence, remplacée par une action plus complexe, tendant à diminuer, à partir de cette proportion, la rapidité de la chute du point de fusion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les séries d'alliages au *bismuth* présentent un abaissement du point de fusion très régulier, avec une chute atomique de 17° jusqu'à 2 ou 3 p. 100 de bismuth ; même avec 19 p. 100 de bismuth, la courbe présente encore un point de solidification très marqué. L'étude de ces courbes donne à penser qu'une trace d'impureté a une grande influence sur les chaleurs spécifiques et latentes; mais ce point a besoin d'être confirmé par des expériences calorimétriques très exactes et nombreuses. Le bismuth forme probablement avec l'or un alliage eutectique de point de fusion très bas, l'état pâteux se maintenant jusqu'aux environs de la température de fusion du plomb; mais on n'a pas, pour le moment, poussé plus loin les expériences. Il est à remarquer que de petites quantités de bismuth forment avec l'or un alliage gris de plomb, presque pourpre aux cassures, qui redevient aussitôt jaune d'or au brunissage. Ce fait est dû sans doute à une liquation distincte, facile à observer dans cet alliage, où l'on voit des granules d'or presque purs entourés par une masse cassante et impure.

Le *platine* fournit une série de résultats très intéressants, avec une chute atomique de 17° ; mais l'or est très vite saturé de platine aux environs de 0,6 p. 100. La première addition de platine arrête immédiatement le creusement (*piping*) de la masse en solidification, si caractéristique de l'or très pur, et donne une surface cristalline, caractéristique de la présence du platine. Un accident m'empêcha de poursuivre les expériences au delà de 1 p. 100 de platine, dosage suffisant néanmoins pour élever le point de fusion jusqu'à celui de l'or pur.

Le *silicium*, dont le poids atomique est faible, exerce une grande influence sur le point de fusion de l'or; mais il est très difficile de l'allier avec l'or. La chute atomique est d'environ 16°.

Les alliages de *manganèse* et d'or sont aussi difficiles à réaliser : après leur union, la masse se comporte d'une façon particulière, indiquant la production de changements internes considérables dans le mode d'association de l'or et du manganèse aux environs du point de fusion. La surface du bain restait tout à fait miroitante et limpide jusqu'au point de solidification, à partir duquel elle se recouvrait soudain d'un nuage, et la masse commençait à se granuler. Il est à remarquer que la chute atomique était environ moitié moindre avec le manganèse que dans les autres cas, ce qui donne à penser que le manganèse existe dans ces alliages à l'état diatomique.

On étudia aussi l'action de l'*aluminium* en raison de l'intérêt qu'elle présente dans la métallurgie du fer. L'or se combine avec avidité à l'aluminium et ses alliages présentent des cassures d'une structure granulaire très accentuée. La courbe indique qu'il se produit, par l'addition de l'aluminium à l'or, un état presque chaotique : non seulement le point de fusion s'abaisse, mais le métal ne se solidifie qu'en partie pendant un long abaissement de température et peut encore se couler facilement à une température inférieure de plusieurs centaines de de-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grés au point de fusion initial. Telle est, probablement, la raison du conflit d'opinions sur la grandeur et la nature du changement du point de fusion du fer par l'aluminium dans le cas bien connu des fontes « mitis ». Le long stage à l'état pâteux occasionné par l'aluminium est très trompeur et rend difficile la détermination du véritable point de fusion. L'aluminium, d'un faible poids atomique, abaisse considérablement le point de fusion de l'or, mais cette chute est néanmoins, par atome, trois fois moindre que celle des autres impuretés.

L'argent agit aussi d'une façon très remarquable. On employa de l'argent très pur, vérifié par Stas : il en faut environ 5 pour 100 pour déterminer un abaissement appréciable du point de fusion. On ne sait pas encore si l'or solide peut dissoudre l'argent, et l'étude de cette question ouvre un champ de recherches extrêmement intéressant.

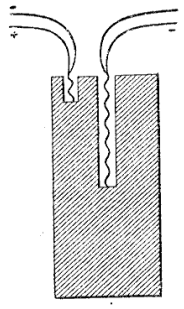


Fig. 10. — Acier moyennement dur refroidi à l'air. Durée de l'expérience, 40 minutes.

L'acier. Au point de vue des ingénieurs, l'information la plus intéressante qu'ait encore fournie le pyromètre, c'est la mesure des efforts internes dans les masses de fer et d'acier. Les travaux d'Osmond ont démontré qu'il se produit dans l'acier des changements moléculaires, et l'action de ces changements est évidemment d'une importance capitale lorsque le métal est soumis, sous une température très élevée, aux opérations mécaniques de la forge et du laminage. On se demande naturellement si ces changements moléculaires se produisent d'un seul coup dans toute la masse du métal ; le refroidissement s'y produit-il uniformément, ou les parties extérieures du lingot se refroidissent-elles plus vite que le centre, au point de permettre aux changements moléculaires du fer et aux changements des relations entre le fer et le carbone de se terminer à la surface bien avant que dans l'intérieur de la masse? Les difficultés expérimentales du sujet ont semblé, jusqu'à présent, insurmontables ; mais la méthode pyrométrique employée dans ces recherches nous a appris beaucoup de faits nouveaux, comme on le verra par une courte description des expériences suivantes.

On se procura deux thermo-jonctions de fils identiques isolées, comme d'habitude, dans des tubes en terre réfractaire, et parfaitement établis. Le directeur général des *Ordnance Factories* nous a fourni, d'autre part, un petit lingot d'acier doux de 100 millimètres de diamètre et de 200 millimètres de long (fig. 10) ; on y perça deux trous de 7 millimètres de diamètre, de 100 millimètres de profondeur au centre, et de 25 millimètres au bord du lingot. Après avoir retiré du foyer le lingot porté au rouge, on plongeait dans chacun des trous un des thermo-jonctions, que l'on reliait ensuite alternativement et pendant un temps très court et connu, au moyen d'un commutateur spécial, au galvanomètre de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'enregistreur photographique : on obtenait aussi les courbes simultanées et comparatives des deux thermo-jonctions tracées par points. L'acier doux n'indiquait

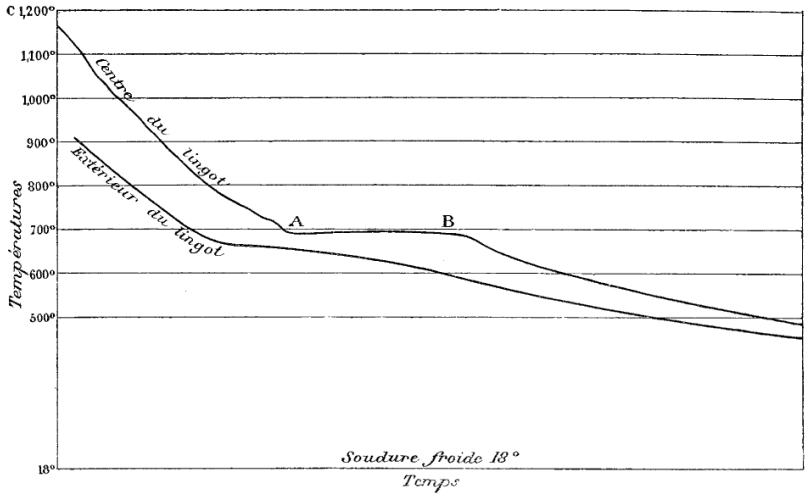


Fig. 11. — Refroidissement du lingot d'acier doux (fig. 10) à l'air libre. Durée de l'expérience, 40 minutes.

que de faibles changements moléculaires ; mais il n'en fut pas de même avec l'acier demi-doux, comme on le voit par les figures 11, 12 et 13.

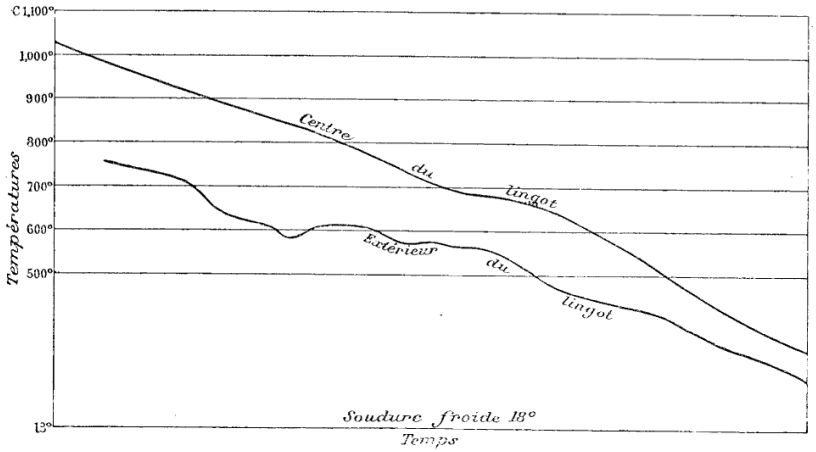


Fig. 12. — Refroidissement du même lingot arrosé d'eau. Durée de l'expérience, 43 minutes.

La figure 11 représente le refroidissement de ce dernier lingot à l'air libre ; la courbe supérieure représente le refroidissement au centre, et la courbe inférieure le refroidissement à la périphérie. La température initiale au centre était de 1160° ; le changement moléculaire du fer se produit à 880°, et celui du carbone

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à 696°. C'est un point extrêmement intéressant, car Osmond a démontré que la vitesse du refroidissement exerce une grande influence sur les températures auxquelles se produisent les changements moléculaires. La grandeur des efforts moléculaires développés entre les points A et B de la courbe supérieure devient évidente si l'on remarque que la transformation du carbone est accompagnée d'une variation de volume considérable.

La figure 12 représente le refroidissement de ce même lingot par un arrosage d'eau : les phénomènes de ce refroidissement n'offrent pas grand intérêt spécial.

Dans l'expérience représentée par la figure 13, on plongeait le lingot dans un baquet d'eau froide quand la température de sa surface était de 850°. La courbe

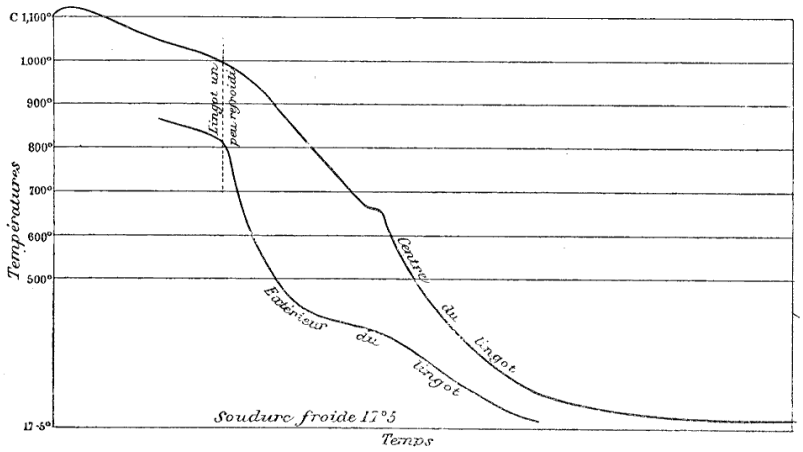


Fig. 13. — Refroidissement du même lingot trempé dans l'eau froide à 850°.
Durée de l'expérience, 13 minutes.

inférieure, représentative du refroidissement périphérique, n'est pas entièrement autographique en raison de quelques défauts de l'épreuve photographique aux environs de 600°, tandis que la courbe supérieure est tout à fait autographique.

Dans toutes ces expériences, l'écoulement de la chaleur du centre à la périphérie du lingot n'était pas assez rapide pour empêcher la production de variations de température considérables à l'intérieur de la masse. On ne peut pas nier l'intérêt considérable de pareilles expériences, qui devront certainement donner des résultats fructueux entre les mains d'observateurs compétents.

La commission m'ayant autorisé à m'adjoindre un assistant, j'ai choisi M. H.-C. Jenkins, ingénieur de l'École royale des Mines, qui s'est montré un expérimentateur patient, soigneux, et un manipulateur des plus habiles.

G. R.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

NOMOGRAPHIE. LES CALCULS USUELS EFFECTUÉS AU MOYEN DES ABAQUES ; ESSAI D'UNE THÉORIE GÉNÉRALE, RÈGLES PRATIQUES. EXEMPLES D'APPLICATION, PAR MAURICE D'OCAGNE, INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

(Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891.)

On lit dans le *Rapport sur la situation de l'École des ponts et chaussées pendant la session* 1890-1891 :

« ... Un jeune ingénieur des ponts et chaussées, qui a déjà rendu à l'École des services appréciés, M. d'Ocagne, a fait le 24 mars 1891, avec un plein succès, une conférence sur les abaques, c'est-à-dire sur les diagrammes destinés à simplifier et à abréger les calculs. M. d'Ocagne a exposé d'une manière neuve et complète les transformations successives du principe des abaques, et apporté de nombreux exemples à l'appui des généralités théoriques qui ont vivement intéressé son auditoire. »

Plusieurs ingénieurs, ayant pris connaissance de ce passage, ont demandé à l'École si la conférence du 24 mars avait été autographiée, et comment ils pourraient s'en procurer un exemplaire. M. d'Ocagne vient de donner satisfaction au vœu exprimé par ces ingénieurs, en publiant chez Gauthier-Villars une brochure qui résume, en moins de 100 pages, la théorie de la *nomographie*, c'est-à-dire de l'art de représenter graphiquement, par des constructions planes faites une fois pour toutes, « la loi qui unit plusieurs quantités simultanément variables ». Après avoir rappelé dans l'avant-propos l'historique de la question, l'auteur montre dans le cours de l'ouvrage les développements successifs et les transformations diverses du principe des abaques, c'est-à-dire du principe au moyen duquel une fonction de plusieurs variables peut être représentée par une figure à deux dimensions. A mesure que la théorie se perfectionne, on voit les abaques devenir de plus en plus simples, tout en se prêtant à la traduction graphique de fonctions de plus en plus complexes. Dans les abaques de M. Lalanne, toutes les lignes sont effectivement tracées, et la solution consiste à chercher le point commun à trois *isoplèthes* concourantes. Dans les *abaques hexagonaux* de M. Lallemand, on n'aperçoit, en général, qu'un petit nombre de lignes, avec des échelles placées çà et là dans le cadre. La lecture du résultat exige l'emploi d'un transparent muni de trois droites qui forment autour d'un même point des angles de 60 degrés, et qui, superposées à l'abaque, relient ensemble les éléments épars de la figure. Les abaques hexagonaux ont l'avantage pratique de se prêter au fractionnement et au transport parallèle des échelles, propriété précieuse, en ce qu'elle permet de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

renfermer dans un cadre limité toutes les parties utiles de la construction. Après avoir passé en revue et discuté ces diverses solutions du problème, M. d'Ocagne donne, dans son dernier chapitre, une méthode qui lui appartient en propre, celle des *points doublement isoplèthes :* elle consiste essentiellement à substituer aux tracés des anciens abaques des figures corrélatives, et à remplacer la recherche des trois isoplèthes concourantes par celle de trois points en ligne droite situés respectivement sur des lignes données. Un simple fil tendu d'un point à l'autre est alors le lien qui réunit sur la figure les données au résultat. L'usage des coordonnées parallèles est particulièrement indiqué pour l'établissement d'un abaque de cette nature. L'auteur en montre quelques exemples, toujours traités avec une grande élégance.

La brochure de M. d'Ocagne nous paraît, en définitive, destinée à être fort appréciée des ingénieurs, et nous croyons leur rendre un veritable service en la recommandant à leur attention.

Ed. C.

ESSAI D'UNE THÉORIE RATIONNELLE DES SOCIÉTÉS DE SECOURS MUTUELS, PAR PROSPER DE LAFITTE.

(2e édition entièrement refondue, in-8°. Paris, Gauthiers-Villars et fils, 1890.)

L'extension, de jour en jour plus grande, de l'admirable institution des sociétés de secours mutuels et l'importance croissante de leurs opérations rendaient désirable une œuvre de la nature de celle que M. Prosper de Lafitte, ancien élève de l'École polytechnique, vice-président de la Société de secours mutuels d'Astaffort, a eu l'excellente idée d'entreprendre et qu'une compétence toute spéciale lui a permis de mener à bonne fin. Elle répondait à un besoin si généralement ressenti, qu'une première édition, parue en 1888, a été vite épuisée et suivie, en 1890, d'une seconde édition, dans laquelle on trouve, avec quelques remaniements, de nouveaux développements dignes d'intérêt. Au surplus, il ne nous appartient pas de faire l'éloge de cet ouvrage. Le jury de l'exposition universelle de 1889 lui a décerné une médaille d'or et l'Académie des sciences, à la fin de l'année dernière, en lui attribuant un des prix de ses fondations, a achevé d'en consacrer la valeur. Nous devons nous borner à donner un aperçu très sommaire des questions qui y sont traitées.

On sait qu'une société de secours mutuels a principalement pour objet de venir en aide à ses membres participants en cas de maladie, de leur constituer une pension viagère à un âge convenu, de subvenir aux frais funéraires occa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sionnés par leur décès. En échange de ces engagements, elle fait payer à chacun d'eux une cotisation annuelle et souvent aussi un droit d'entrée, dont le montant varie généralement avec l'âge de l'intéressé au moment de son admission dans la société. Si donc l'on fait abstraction des subventions, des dons particuliers, des cotisations des membres honoraires, qui doivent former un fonds de réserve destiné à des frais extraordinaires de maladie, à des suppléments de pensions, à des secours aux veuves et aux orphelins, les droits d'entrée et les cotisations annuelles des participants doivent avoir été calculés, de manière à permettre à la société de remplir pleinement ses engagements envers eux. Dans ces calculs, on doit faire entrer en ligne de compte les intérêts des fonds et les chances de maladies ou de décès. Il convient, par conséquent, de faire un choix judicieux des données, c'est-à-dire du taux d'intérêt et des tables de mortalité et de morbidité, et ensuite de soumettre ces données à des opérations mathématiques d'une scrupuleuse exactitude. M. de Lafitte étudie en détail les différents problèmes qui se rencontrent ainsi dans le fonctionnement normal des Sociétés de secours mutuels, et il donne pour chacun d'eux, par des méthodes élémentaires, une solution aussi simple que rigoureuse. Il examine séparément les trois genres d'assurances en usage dans les sociétés : assurances en cas de maladie, assurances en cas de décès, pensions viagères. Il montre de quelle façon, pour chacune d'elles, on doit évaluer la part de droit d'entrée et la part de cotisation annuelle qu'elle nécessite, suivant les âges d'admission et de retraite. Il insiste d'une manière toute spéciale sur la notion de *réserve* et sur l'utilité de premier ordre qui s'impose aux sociétés d'établir périodiquement un inventaire mathématique de leurs opérations en cours, afin de vérifier, à un moment donné, si dans les réserves additionnées de la valeur actuelle des cotisations à recevoir on trouve bien la contre-partie de la valeur actuelle des engagements à remplir à l'égard des membres participants. Il signale, à cette occasion, les dangereuses illusions dont se bercent malheureusement un trop grand nombre de sociétés de secours mutuels qui, sous les apparences d'une situation plus ou moins prospère, sont dès à présent condamnées à faillir tôt ou tard à leurs engagements, à moins d'augmenter les taux des cotisations ou de réduire les taux des pensions. Enfin M. de Lafitte expose les avantages du concours que peut prêter aux Sociétés de secours mutuels la Caisse nationale des retraites ; il explique pour quels motifs les pensions viagères à capital aliéné doivent être préférées par celles-ci aux pensions viagères à capital réservé. Il justifie enfin par d'excellentes raisons l'usage du livret individuel, dont la nécessité s'impose dans les sociétés qui n'ont qu'un nombre restreint de membres participants. L'ouvrage se termine par un ensemble de tables numériques destinées à faciliter les calculs.

En résumé, le livre de M. de Lafitte, écrit à un point de vue essentiellement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pratique, est destiné à rendre les plus grands services aux sociétés de secours mutuels, à celles qui se créeront à l'avenir, en leur fournissant les bases rationnelles d'un bon établissement et d'une bonne gestion, à celles qui fonctionnent actuellement dans des conditions défectueuses, en leur indiquant les moyens de se réformer et d'assurer dans l'avenir la régularité de leurs opérations.

G. F.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 23 octobre 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

M. James de Chabaud-Latour, mécanicien, à Boulogne-sur-Seine. — Nouveau tour américain, destiné à l'horlogerie. (Arts mécaniques.)

M. Tridard, rue Moulin, 18, à Saint-Denis (Seine). — Machine servant à plier les brochures et imprimant en même temps. (Arts mécaniques.)

M. Dumont, à Pont-Audemer (Eure). — Procédé pour prévenir les déraillements causés par les locomotives. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Moulin universel, toujours orienté. (Arts mécaniques.)

M. Morin, rue Saint-Sulpice, 12. — Recueil de procédés directs pour résoudre quelques questions d'arithmétique ou de dessin linéaire. (Arts mécaniques.)

M. Alfred Basin, à Lillers (Pas-de-Calais). — Mémoire sur un ballon dirigeable, dit aéroplane-ballon. (Arts mécaniques.)

Le secrétaire de l'*Engineering and Mining*, journal de New-York, demande l'échange avec le *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts envoie le programme du Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne, en 1892.

M. Revin, à Avesnes (Nord). — Note complémentaire sur un projet du plan incliné déjà présenté. (Archives.)

M. Roland, à Genève. — Transformation des têtes de siphons. (Arts économiques.)

M. Galibert, rue du Vertbois, 31. — Appareil de secours dans les incendies. (Arts économiques.)

M. Garnier, trésorier du Comité d'installation de la classe 63 à l'Exposition universelle de 1889 (génie civil). — Le Comité d'installation de la classe 63, désirant témoigner à la Société sa profonde sympathie, lui fait don de la somme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 3869 fr. 83, reliquat des cotisations abandonnées ou non réclamées des exposants.

M. Petit-Louis, avenue Thiers, 173, à Bordeaux. — Nouveau propulseur. (Arts mécaniques.)

M. Ernest Frémot, boulevard de Belleville, 37. — Machine dynamo pouvant servir de générateur par elle-même. (Arts économiques.)

M. Armengaud jeune, ingénieur-conseil, adresse la conférence qu'il a faite le 25 mai dernier au Conservatoire des Arts et Métiers, à l'occasion de la célébration du centenaire de la loi française de 1791, et qui a pour titre : *Du Rôle des brevets d'invention dans les progrès de l'industrie.* (*Bulletin.*)

M. H. Louis, outilleur, rue de la Goutte-d'Or, 51. — Pied à coulisse à colonnes. (Arts économiques.)

M. Fournier, à Vitry-sur-Seine. — Système pour empêcher les collisions sur les voies ferrées. (Arts mécaniques.)

M. X... demande à la Société d'accepter le dépôt d'un pli cacheté contenant un mémoire intitulé : *Calorimétrie.* (Accepté.)

M. Gastine, fabricant de produits chimiques, rue des Rosiers, 23. — Pli cacheté portant la devise : *Quod faciamus bene.* (Accepté.)

M. Vacheret, rue de Vaugirard, 97. — Brochure intitulée : *Problème social à résoudre par la pratique avec le concours de tous.* (Commerce.)

MM. Imbs et *Henri Rouart* adressent des lettres de remerciements pour leur nomination comme membres du Conseil de la Société.

M. Jules Maynard, ingénieur, boulevard Magenta, 1. — Peinture Express. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. Jumeau, à Saint-Martin-en-Bière (Seine-et-Marne). — Procédé pour la conservation des pommes de terre. (Agriculture.)

M. Camuset, à Messia-lès-Chilly, près Lons-le-Saulnier (Jura). — Traitement des matières excrémentielles dans toutes les phases de leur parcours. (Arts chimiques et agriculture.)

M. Howatson, avenue de la Grande-Armée, 13. — 1° Appareil d'épuration des eaux ; 2° Fumivore automatique. (Arts mécaniques.)

M. Auguste Bossan, constructeur de chaudronnerie, à Romans (Drôme). — Nouvel appareil de distillation. (Arts chimiques.)

M. Mouline, à Vals-les-Bains (Ardèche). — Pains mixtes de pommes de terre. (Arts chimiques.)

M. Coquillion, à Collonges-lès-Semur (Côte-d'Or). — Étude sur l'agriculture et l'économie rurale du département de la Côte-d'Or. (Agriculture.)

M. Sauvage, boulevard Jourdan, 2 *ter*. — Couveuse artificielle. (Agriculture.)

M. Deneuville, jardinier, rue Riquet, 68. — Pompe d'arrosage. (Agriculture.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Louis Figuier présente l'ouvrage qu'il a publié sous le titre : *les Merveilles de l'industrie* (Industrie chimique). (Arts chimiques.)

M. Desbois, instituteur à Jugy (Saône-et-Loire). — Barème agricole. (Agriculture.)

M. Cassedebat, médecin-major de 2e classe, à Marseille. — Brochure intitulée : *Bactéries et ptomaïnes des viandes de conserve*. (Arts économiques.)

M. Éloire, médecin-vétérinaire, à Caudry (Nord). — Agenda agricole pour la région du Nord. (Agriculture.)

M. Henri Causse, pharmacien, à Orléans. — Éléments de chimie organique schématique. (Arts chimiques.)

M. Piequet, ingénieur-chimiste, à Frelinghien (Nord). — Ouvrage intitulé : *la Chimie des teinturiers*. (Arts chimiques.)

M. Aimé Girard, secrétaire de la Société, fait hommage de la deuxième édition de son ouvrage intitulé : *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère*. (Bibliothèque.)

M. le Président fait part des pertes nombreuses qu'elle a faites pendant les vacances :

M. Clémandot, membre ancien et lauréat de la Société, ancien directeur de la cristallerie de Clichy, collaborateur de M. Frémy, qui a été l'auteur de remarquables progrès dans l'industrie du verre ;

M. Lavastre, peintre en décors de l'Opéra, membre récent du Comité des constructions et des beaux-arts, à qui la Société doit le service d'avoir fait exécuter d'après ses études l'ornementation de la grande salle des séances ;

M. Lecœuvre, membre du Comité des arts mécaniques depuis 1867, et président de ce Comité, qui a coopéré activement aux travaux de la Société et qui a rendu des services signalés à l'industrie, à l'enseignement industriel et à la défense nationale.

M. le Président donne la parole à *M. le général Sebert* pour lire le discours qu'il a prononcé, au nom de la Société, sur la tombe de M. Lecœuvre, et qui sera inséré au *Bulletin*.

Ouvrages offerts a la Société. — *Exposition universelle internationale de* 1889, *à Paris*. — Rapport général, par *M. Alfred Picard*, inspecteur général des Ponts et Chaussées, président de section au Conseil d'État. — Tome Ier. — *Historique des expositions universelles. — Préliminaires de l'Exposition universelle de* 1889. — Tome II. *Travaux de l'Exposition universelle de* 1889. — Tome III. *Exploitation, services divers, régime financier et bilan de l'Exposition universelle de* 1889.

Smithsonian report. 1889.

Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1890.

The scientific Transactions of the Royal Dublin Society. Novembre 1890, février et juin 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

The scientific Proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. VI, n° 10 ; vol. VII, n^{os} 1, 2.

Reports from the Consuls of the United States, juin 1891.

International Engineering Congress and Engineering Head-quarters. — World's Colombian Exposition. 1893.

Congrès des Sociétés savantes. — Discours prononcés à la séance générale du Congrès, le mercredi 27 mai 1891, par *M. G. Boissier*, de l'Académie française, et *M. Léon Bourgeois*, ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

Société d'Encouragement pour le commerce français d'exportation. — Compte rendu du 30 juin 1891.

L'Extraction du chlorure de potassium des eaux de la mer, par *A.-A. Lambert.* Br.

Transmissions électriques, par *M. A. Hillairet.* Br.

Application de l'électrolyse au traitement des tumeurs de toute nature, par le *D^r G. Darin.* Br.

Congrès international d'agriculture à La Haye en 1891. — *Projet de loi de secours aux entreprises de canaux et de réservoirs d'irrigation, rapport de M. André de Llaurado, membre correspondant de la Société.* Br.

La Ventilation par l'éclairage au gaz, par *M. A. Bandsept*, ingénieur. Bruxelles.

De la Vigne, son présent et son avenir désormais assuré par les plans de semis, par *M. Claude Fili-Vernay.* 1 vol. in-8. Lyon.

Les Raisins secs, leur rôle et leur importance dans l'alimentation. — Étude économique et sociale, par *Paul de Sorgues et Raymond Berthault.* 1 vol. in-8.

Éléments de chimie organique schématique, par *Henri Causse*, pharmacien à Orléans. Br.

Vrai Caractère des caisses de secours instituées par les compagnies houillères, par *Jules Marmottan.* Br.

Congrès international du génie civil. — Communication de *D.-A. Casalonga,* ingénieur civil, *sur l'unification internationale des séries de pas de vis et de divers autres organes élémentaires de construction.* Br.

Mécanique appliquée; hydraulique, par *A. Flamant*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre de la Société. 1 vol. in-8. Baudry et C^{ie}, libraires-éditeurs.

Le Perfectionnement de l'application de l'électricité aux chemins de fer, par *M. Kohlfürst*, ingénieur des chemins de fer. 1 vol. in-12. Leipzig.

Rapport de la classe 26, *Horlogerie, à l'Exposition de* 1889, par *M. Paul Garnier*, ingénieur civil, membre de la Société.

Une explication du phonopore se rapportant plus spécialement au télégraphe phonopore simplex, London, par *C. Davier*, offert par *M. Chapman*, correspondant de la Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Châtillon, Commentry. — Tréfileries et câbleries, 1890. — Ouvrage offert par *M. le directeur de la Compagnie.*

Programme des prix proposés par la Société industrielle de Mulhouse pour être décernés en mai 1892.

Programme des questions mises au concours pour l'année 1891-1892, par la Société industrielle d'Amiens.

De l'Eau de Seine! S'il vous plaît!!! avec le réservoir-tunnel, de *A. Jullien.* Br.

COMMUNICATIONS. — *Unification des filetages. — M. E. Sauvage,* ingénieur des mines et ingénieur de la Compagnie de l'Est, fait une communication sur l'unification de filetages.

Les vis et les écrous, d'un emploi si fréquent, sont établis suivant des règles très variées, ce qui rend difficile leur remplacement, augmente les approvisionnements et multiplie outre mesure les outillages nécessaires pour leur fabrication. Plusieurs systèmes de filetage uniforme ont été déjà proposés, mais sans succès, du moins en France.

Trois éléments déterminent une vis, la forme du filet, la relation entre le pas et le diamètre, enfin le sens d'enroulement. L'enroulement dit *à droite* est presque toujours adopté, sauf motifs particuliers. Le filet est, à l'exception de vis spéciales, formé par un triangle isocèle à angles arrondis ou tronqués. L'angle au sommet varie : les angles très aigus sont à condamner, car, à pas égal, ils réduisent trop le diamètre du boulon. On ne peut guère hésiter qu'entre le triangle dont la hauteur égale la base (Whitworth) et le triangle équilatéral (marine française, Sellers). La troncature droite de la marine française et de Sellers est bien plus pratique que les angles arrondis souvent adoptés : le boulon conserve exactement son diamètre extérieur, et les outils qui coupent les vis n'ont que des parties rectilignes, faciles à exécuter et à entretenir.

La relation entre le pas et le diamètre détermine la rampe ou inclinaison de l'hélice moyenne sur le plan normal à l'axe : de cette rampe dépend le serrage produit par l'écrou pour un même effort exercé sur la clef; avec un pas trop fin, le montage des écrous est long, et l'on risque d'arracher des filets, à moins d'une exécution parfaite; avec un pas trop gros, le desserrage spontané devient trop facile. On tient la rampe à peu près constante, mais en évitant pour le pas les fractions de millimètre autres que le demi-millimètre.

Pratiquement, la meilleure forme est celle qu'on fabrique le plus facilement : le système de la marine française, déjà adopté par certains constructeurs, paraît le plus simple.

Tout en donnant des règles applicables à tous les diamètres, il serait bon de recommander l'emploi d'un petit nombre de diamètres de préférence aux autres.

Une fois le système de filetage choisi, quelques précautions seraient nécessaires pour en tirer un des plus importants avantages, la faculté de changer entre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elles les pièces de mêmes dimensions, quelle que soit leur origine. Il faut pour cela que la surface théorique des vis soit toujours considérée comme une limite infranchissable, les boulons restant en dedans et les écrous en dehors. Dans les constructions soignées, on se rapprochera beaucoup de cette surface théorique; dans les constructions ordinaires, on s'en écartera davantage, et toujours assez pour être sûr que les erreurs ne changeront pas de sens. Les calibres de vérification doivent être établis pour satisfaire à cette condition essentielle.

La question de l'unification des filetages mérite d'être étudiée par la Société, qui rendrait grand service aux constructeurs en substituant des règles simples au désordre actuel. Une enquête préalable auprès des principaux intéressés serait utile. Rappelons que c'est le *Franklin Institute* qui a donné en Amérique un grand développement au filetage de Sellers, analogue en principe à celui que nous recommandons, mais avec une base non métrique.

M. le Président remercie *M. Sauvage* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Procédé de secretage. — M. Courtonne fait une communication sur un procédé de secretage sans mercure.

On sait que les poils de lièvres et de lapins destinés à la fabrication des chapeaux de feutre doivent, pour être rendus feutrables, être soumis préalablement à un traitement particulier qu'on appelle *secretage*.

Ce traitement consiste à mouiller les peaux du côté poil avec le *secret*, c'est-à-dire avec une dissolution plus ou moins étendue de nitrate acide de mercure.

Pour faire cette opération, l'ouvrier secreteur trempe une brosse dans la dissolution mercurielle et frotte la peau plusieurs fois à contre-sens et dans le sens du poil, jusqu'à ce que celui-ci soit complètement imbibé.

Cela fait, les peaux sont desséchées, soit à l'air libre, soit plus souvent dans une étuve, chauffée par un feu de coke jusqu'à la température de 50, 60 et même 70, 75 degrés centigrades.

Après la dessiccation, les peaux sont arrosées d'eau pour rendre au cuir devenu cassant sa souplesse première, puis, après un brossage, elles passentdans une machine qui sépare, d'un côté, la peau qui sert à la fabrication de la colle, de l'autre côté, le poil qui peut être dès lors livré à l'industrie de la chapellerie.

Malheureusement, l'emploi du nitrate de mercure fait de l'industrie du secretage une des industries les plus insalubres.

M. Courtonne est arrivé à substituer au nitrate de mercure un produit absolument inoffensif et qui, tout en permettant d'obtenir les résultats exigés par l'industrie, abaisse le prix de revient de plus de 40 p. 100.

Afin de justifier les résultats annoncés, M. Courtonne montre divers échantillons : peaux, poils secretés sans mercure, chapeaux, souples et apprêtés, teints et non teints, fabriqués avec des poils secretés par son procédé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Courtonne produit également les témoignages de plusieurs industriels, secreteurs et chapeliers, qui ont fait l'essai de la nouvelle méthode, et certifient que les résultats obtenus industriellement sont entièrement satisfaisants.

M. le Président remercie *M. Courtonne* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques.

Chauffage au pétrole. — *M. Brousset*, rue du Liban, n° 1, présente un système de chauffage à l'essence de pétrole, qu'il a étudié sur la demande de *M^me^ veuve Longuemare*, 12, rue du Buisson-Saint-Louis, Paris : Lampes à souder, à émailler, fer à souder, réchauds, etc.

Ce système a pour résultat d'éviter les explosions, tout en procurant des avantages industriels dont les principaux sont :

1° Économie considérable de combustible;

2° Économie de temps, l'appareil n'ayant pas besoin d'être rechargé et réamorcé à chaque opération;

3° Possibilité de donner aux appareils les formes et destinations nécessaires, ainsi qu'une contenance et une durée de marche illimitée;

4° Régulation instantanée de la longueur de la flamme et de la température jusqu'à la mise en veilleuse;

5° Fermeture hermétique après l'arrêt;

6° Faculté de pouvoir emplir entièrement le récipient;

7° Faculté de retourner et maintenir en tous sens l'appareil, même dans les positions qualifiées de dangereuses.

Ce système est ainsi constitué dans ses parties essentielles :

A, Récipient rempli d'essence, dont la partie supérieure forme cuvette, pour recevoir le liquide réchauffeur d'amorçage;

B, Tube adducteur, rempli de mèche et d'amiante, qui détermine la circulation et la pulvérisation du liquide par la capillarité activée par la chauffe préalable de la partie supérieure;

C, Petit tube d'intercommunication de B et D;

D, Organe générateur de vaporisation;

E, Régulateur, distributeur de vapeur;

F, Chambre de surchauffe de vapeur;

G, Tube éjecteur et chalumeau;

H, Chambre de mélange d'air et de gaz formant cheminée.

L'essence, prise à froid au départ, se transforme successivement jusqu'à l état de vapeur sèche en pression.

Pour démontrer l'inexplosibilité, on place sur le récipient un manomètre qui indique au plus 2 à 3 cinquièmes d'atmosphère pendant toute la durée de la marche.

Si, à l'aide d'une autre lampe, on surchauffe le récipient, l'appareil s'éteint de lui-même avant que la pression atteigne 2 atmosphères.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si on cesse de surchauffer et qu'on rallume l'appareil, il continue de fonctionner pendant que la pression redescend pour se maintenir à 3 cinquièmes.

M. le Président remercie *M. Brousset* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Lampe au magnésium. — *M. Dronier*, chimiste, rue de Belleville, 128, présente une nouvelle lampe au magnésium, dont il donne la description.

Cette lampe a une puissance de lumière régulière, et peut brûler sans extinction pendant 8 heures et même 24 heures. Elle est transportable, ne demande aucune installation sérieuse, brûle en plein air malgré la pluie et le vent, et peut, par conséquent, rendre de grands services pour la navigation, la photographie, les fêtes publiques et privées, les travaux publics, etc.

La lumière d'un kilogramme de magnésium est égale à celle de :

130 kilogrammes de bougie, 180 kilogrammes d'huile, 80 kilogrammes de pétrole, et 230 mètres cubes de gaz ordinaire.

Cet éclairage n'exige que des frais très minimes de premier établissement, il supprime les causes d'incendie et d'extinction totale, et laisse le client maître chez lui comme s'il s'éclairait avec des bougies, car il dispense de tous traités, de toutes visites d'employés et de toute autorisation administrative.

Le magnésium coûte actuellement 50 francs le kilogramme, et la lampe expérimentée dans la salle consomme 40 grammes à l'heure, soit 2 francs; elle donne la lumière de 50 carcels. Le prix actuel du magnésium baissera rapidement dès que la vente en sera assurée, les minerais étant abondants et très peu chers, et l'éclairage au moyen de cette substance pourra être produit à meilleur marché que tout autre.

M. le Président remercie *M. Dronier* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Séance du 13 novembre 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

M. Lax, directeur de l'Office du Travail, demande l'échange des publications de l'Office contre celles de la Société. (*Bulletin.*)

M. Ronsse, à Clan (Vienne). — Procédés et appareils dits *graphiques* pour reproduire en tissus, sans armures ni cartons, à une échelle quelconque, les peintures et dessins de toutes sortes, artistiques, industriels et autres. (Arts mécaniques.)

M. Féraud, ingénieur à la compagnie de l'Ouest, place des Batignolles, 8. — Nouveau système de suspension des véhicules de chemins de fer, de tramways et autres. (Arts mécaniques.)

M. l'abbé Le Dantec, professeur à Tréguier (Côtes-du-Nord). — Re-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cherche expérimentale de coefficient de résistance de l'air. (Arts mécaniques.)

M. Mégissier, rue de Sablonville, 48, à Neuilly-sur-Seine. — Serrure perfectionnée. (Arts mécaniques.)

M. Cussac, rue de l'Orillon, 24. — Nouvelle disposition de levier agissant sur un vilebrequin. (Arts mécaniques.)

M. Muller, dessinateur-mécanicien, 20, quai National, à Puteaux. — Machine à percer, à aléser, à fraiser. (Arts mécaniques.)

M. Victor Germain, rue Saint-Jean, 2. — Système de signalement automatique des trains. (Arts mécaniques.)

M. Egger, rue des Charbonniers, 4. — Nouveau graisseur auto-pneumatique des trains. (Arts mécaniques.)

M. de Comberousse, membre du Conseil, fait hommage à la Société, en son nom et en celui de *M. Eugène Rouché*, de la 6e édition, très notablement augmentée, de leur *Traité de Géométrie*, comprenant l'exposé des principales méthodes de la géométrie moderne.

M. Le Châtelier, membre du Conseil, fait hommage de sa brochure intitulée : *Note sur le dosage du grisou par les limites d'inflammabilité.*

M. Cheysson, membre du Conseil, fait hommage de l'*Album de statistique graphique de* 1890-91.

M. Maurice Peligot présente à la Société une brochure intitulée : *Traitement des résidus photographiques.* (Arts chimiques.)

M. Cuenin, instituteur en retraite, à Beaucourt (Territoire de Belfort, Haut-Rhin). — Étude sur l'agriculture et l'économie rurale. (Agriculture.)

M. Émile Serrant, ingénieur-chimiste, à Lévy-Saint-Nom, par le Mesnil-Saint-Denis (Seine-et-Oise). — Procédés et méthodes en vue de rendements plus ou moins considérables pour les diverses cultures. (Agriculture.)

M. Émile Burg, chimiste, impasse Gaudelet, 16. — Nouveau procédé de secretage sans mercure des poils pour la fabrication des feutres. (Arts chimiques).

M. Schmidt, ingénieur, à Zurich. — Appareil pour l'humidification et l'aération des salles de filature, tissage, hôpitaux, etc.

Ouvrages offerts a la Société. — *Annuaire statistique,* année 1891, offert par *M. le Ministre du commerce, de l'industrie et des colonies.*

Affiche des cours publics du Conservatoire des arts et métiers pour l'année 1891-1892, adressée par *M. Laussedat*, directeur de cet établissement, membre du conseil de la Société.

Tableau du cabotage de la France en 1890, offert par *M. le Ministre des Finances.*

Cartes hydrographiques de l'Italie, offert par *M. Miraglia*, correspondant de la Société.

Société française d'hygiène. — Tableau contenant des conseils pratiques en cas d'accident.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Railway returns for England and Wales, Scotland and Ireland pour 1890, offert par *M. Henry Chapman*, correspondant de la Société.

L'Indépendance économique. — Revue mensuelle sous la direction de *M. Gaston Saugrain.* N° 1.

Essais sur la mécanique moléculaire, par *Pierre Dronier*, chimiste.

Rapports des Comités. — *Déclaration de vacance.* — *M. le colonel Pierre* demande au Conseil, au nom du Comité des arts mécaniques, une déclaration de vacance dans ce Comité pour procéder au remplacement de *M. Lecœuvre*, décédé.

Cette vacance est déclarée.

Dessins industriels. — *M. Gustave Richard* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur les albums de dessins industriels présentés par *M. Courtier.*

M. Courtier a rendu de grands services aux ingénieurs, principalement aux mécaniciens et aux constructeurs, ainsi qu'à de nombreuses inventions relatives notamment aux chemins de fer, tant pour l'importance des ouvrages sortis de ses ateliers que pour le progrès qu'il a réalisé dans leur exécution. Il a fait l'éducation de nombreux élèves qui sont sortis de ses ateliers comme d'une véritable école supérieure de dessin industriel.

En conséquence, le Comité propose de remercier *M. Courtier* du don qu'il a fait de ses importants et magnifiques albums à la bibliothèque de la Société et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

Distillerie. — *M. Camille Vincent* fait, au nom du Comité des arts chimiques, un rapport sur l'emploi de l'acide fluorhydrique et des fluorures en distillerie, par *M. le Dr Effront* (de Bruxelles).

M. le Dr Effront a adressé à la Société un mémoire résumant les travaux qu'il a entrepris sur l'emploi de l'acide fluorhydrique et des fluorures solubles, dans la saccharification des grains par le malt et dans la fermentation alcoolique des moûts.

Les procédés de M. le Dr Effront permettent, en affaiblissant les ferments nuisibles, d'améliorer le rendement en alcool et d'obtenir des produits meilleurs et plus neutres à la rectification.

La mise en pratique industrielle de ces procédés à la distillerie de MM. Maquet et Clément à La Fère-Champenoise, en 1889, a donné, dès le début, une notable augmentation dans le rendement en alcool. Depuis lors, plus de 200 distilleries de grains et de pommes de terre, tant en France qu'en Bavière, en Italie et en Espagne, ont adopté le nouveau mode de fabrication.

De nombreux certificats délivrés par des directeurs d'usines affirment les avantages du nouveau traitement, l'augmentation du rendement en alcool pouvant atteindre jusqu'à 10 p. 100, et l'amélioration de sa qualité ainsi que celle des drèches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Effront a donc, par ses travaux sur l'emploi de l'acide fluorhydrique en distillerie, apporté un perfectionnement considérable dans une des industries les plus importantes de notre pays et des pays voisins.

Le Comité a l'honneur de proposer, en conséquence, de remercier M. le docteur Effront de son intéressante communication et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin*, ainsi que celle du travail présenté par cet inventeur rappelant les résultats détaillés de ses recherches.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Bélier hydraulique à pulsations rapides.* — *M. Decœur*, ingénieur des ponts et chaussées, fait une communication sur le bélier hydraulique.

On sait qu'en terminant une conduite d'eau par une cloche à air, on évite l'action destructive des coups de bélier dus aux brusques fermetures d'un robinet ou d'une soupape d'échappement. La vitesse de l'eau au moment de la fermeture de l'échappement se perd alors en petites oscillations dans la conduite.

Supposons qu'un clapet de retenue soit placé sous la cloche, immédiatement au-dessus de la soupape, la force vive se transformera en un travail de compression, qui pourra être utilisé pour le refoulement de l'eau dans un tuyau d'ascension.

En rapprochant les orifices pour l'écoulement alternatif dans le bassin de chute et dans le tuyau de refoulement, et en activant avec des ressorts le mouvement oscillatoire des soupapes, M. Decœur a cherché à diminuer les pertes de travail à chaque pulsation. Le petit appareil qu'il présente à la Société, et qui a donné dans quelques expériences 95 pour 100 de rendement, diffère sensiblement de celui imaginé en 1795 par Montgolfier. La tige de la soupape est commandée par un système de ressorts avec leviers permettant de faire varier sa course. L'appareil fonctionne avec ou sans contre-pression à l'échappement et sous des charges quelconques, ainsi qu'on le constate 1° en élevant ou en abaissant un tuyau placé sur l'échappement, et 2° en le soulevant avec le tuyau de plomb de 9 mètres de longueur dans lequel se produit l'écoulement à vitesse variable.

La durée d'une demi-oscillation peut se calculer approximativement par la formule $t = \frac{l\mathrm{V}}{gh}$, l représentant la longueur de la colonne percutante, V la vitesse maximum, g l'intensité de la pesanteur et h la chute motrice diminuée de la perte en frottements. Cette perte a pour mesure $\frac{1}{2}\,\frac{l}{15\,\mathrm{D}}\,\frac{\mathrm{V}^2}{2g}$, pour le diamètre $\mathrm{D} = 0^{\mathrm{m}},02$; soit $0^{\mathrm{m}},15$, pour une vitesse moyenne $\frac{1}{2}\mathrm{V} = 0^{\mathrm{m}},22$, correspondant à un débit d'environ 4 litres par minute. Pour de grands diamètres, la perte de charge se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réduirait à $\frac{1}{2}\frac{l}{30\,D}\frac{V^2}{2g}$, ce qui permettrait d'augmenter beaucoup la vitesse d'écoulement et d'obtenir un bon rendement avec de très faibles chutes.

Une expérience sera faite prochainement sur un bélier d'essai de $0^m,60$ de diamètre, dont M. le Ministre des travaux publics a autorisé la construction chez MM. Rouart frères, constructeurs des premiers appareils. Le tuyau d'arrivée se terminera par un coude portant la boîte à clapets, et l'écoulement aura lieu à la circonférence, les filets liquides se divisant autour d'un cône soutenu par des nervures. La soupape annulaire à double siège, composée de deux ou trois segments réunis par des oreilles avec boulons, sera portée par des tiges extérieures. Les ressorts de commande étant placés au-dessus de la cloche à air, l'appareil pourra être noyé dans le bassin de chute. Un petit bélier fonctionnant comme compresseur d'air assurera dans ce cas l'entretien du matelas élastique dans la chambre de refoulement.

M. Decœur pense que son système permettra l'établissement de très grands appareils pour l'alimentation des canaux de navigation; qu'employés par groupe en batterie sur une même conduite de refoulement, ses appareils utiliseront parfaitement les chutes variables des cours d'eau. Ils exigeront d'ailleurs moins de frais d'installation et de surveillance que les machines élévatoires composées de pompes et de moteurs hydrauliques.

M. le Président remercie *M. Decœur* de sa communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Thermo-cautère. — M. le docteur Paquelin présente une disposition perfectionnée de son thermo-cautère de 1876.

Il expose organe par organe les caractères distinctifs de sa nouvelle construction et fait fonctionner le nouvel instrument qui a sur l'ancien de nombreux avantages.

Ces avantages, qu'a relatés M. le professeur Verneuil dans sa communication du 3 août à l'Académie des Sciences, se résument ainsi :

1° Grande économie de platine;

2° Le cautère, le porte-cautère, le manche sont réduits à telles dimensions, que l'instrument devient une sorte de cautère passe-partout, répondant à tous les besoins de la petite et de la grande chirurgie. On le tient comme un crayon;

3° La main est à proximité du champ opératoire; le cautère peut être porté dans les cavités, sans crainte que les produits de la combustion n'en brûlent les bords et les parois;

4° Le récipient est incassable;

5° Le liquide combustible est inversable; il ne peut être projeté à l'état enflammé hors du carburateur;

6° Le cautère s'amorce d'emblée en tout temps;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7° L'incandescence se règle immédiatement au degré voulu par l opérateur, sans aucun artifice de soufflerie;

8° Les temps d'arrêt de la poire de Richardson sont supprimés;

9° Plus de lampe à alcool;

10° Plus d'écrasement sur place du cautère;

11° L'instrument se prête à diverses transformations qui en font des instruments nouveaux; par exemple le pyrophore, dessiccateur à air chaud.

En somme, simplication et précision plus grande dans le fonctionnement et le maniement; dérangements moins fréquents; sécurité pour l'opéré et pour l'opérateur; applications chirurgicales plus faciles et plus nombreuses; transformations diverses.

M. Paquelin, au cours de sa communication, a précisé les deux points que voici :

1° Son robinet doseur-mélangeur est un perfectionnement des divers robinets qu'il a publiés dès 1878;

2° Le courant d'air qu'il emploie comme un des moyens de réfrigération du manche de son nouveau cautère est sa propriété.

M. Paquelin fera deux autres communications :

La première portera sur un chalumeau à essence minérale et sur un foyer de fils de platine demeurant incandescent au milieu de l'eau;

La seconde, sur la pyrographie, ses origines, son outillage, son développement, les résultats acquis, avec documents à l'appui.

M. le Président remercie *M. le Dr Paquelin* de sa communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Lampe à gaz. — M. Alfred Despoisse présente à la Société un spécimen de la lampe à air chaud la *Rouennaise*, construite par la *Compagnie française de lampes à gaz à récupération* dont il est l'agent, à Paris, 126, rue Blomet.

La lampe, du type de 600 litres, fonctionne dans la salle à une hauteur de $3^{m},50$ et la lumière qu'elle produit paraît justifier à première vue les termes de la communication suivante :

La lampe la *Rouennaise* est construite par la *Compagnie française de lampes à gaz à récupération* dont le siège et les ateliers sont à Rouen.

Le tube adducteur est vertical. Le gaz y arrive par le haut et sort par le bas d'orifices percés horizontalement sur le pourtour vertical d'un brûleur en stéatite, de manière que la nappe gazeuse a la forme d'une rondelle horizontale. Quinze centimètres environ avant d'arriver au brûleur, le gaz traverse un tube de verre logé dans le tube adducteur à l'aide d'une garniture d'amiante.

Le récupérateur est en fonte d'un seul morceau. L'air le traverse horizontalement dans des alvéoles où il s'échauffe au contact de cloisons radicales, qui laissent passer entre elles les produits de la combustion appelés par la cheminée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une autre portion d'air pénètre dans la coupe en verrine qui abrite la flamme en traversant une rangée de trous percés à la face inférieure du cercle en cornière qui porte la verrine.

Les avantages du système sont les suivants :

1° Le récupérateur est d'un seul morceau, ce qui prévient les ruptures dues aux inégalités de dilatation ou de retrait des assemblages.

2° La disposition de la verrine libre dans son cercle empêche absolument la rupture des coupes. C'est un avantage caractéristique de la *Rouennaise*.

3° Les poussières ou filaments flottants dans l'air des ateliers ne peuvent pénétrer dans la lampe par suite de la situation des trous en dessous du porte-verrine.

Le tube de verre qui précède le brûleur l'empêche d'avoir ses orifices bouchés par des parcelles d'oxyde qui se détacheraient d'un tube de fer alternativement chauffé et refroidi.

5° Les modèles de 360 et de 600 litres peuvent dépasser cette consommation dans une large mesure, sans pour cela donner de fumée.

6° Cette lampe donne les meilleurs résultats au point de vue du rendement lumineux. Voici quelques chiffres résultant d'expériences sérieuses et répétées.

Le type de 360 litres donne en lumière verticale l'unité-carcel avec une dépense de 33 lit. 10, sans réflecteur, et de 27 lit. 24 avec réflecteur, la dépense horaire étant de 400 litres environ.

Le type de 600 litres donne l'unité-carcel en lumière verticale :

Sans réflecteur avec une dépense de		37 lit. 26,
Avec	— —	26 lit. 07,

la dépense horaire étant en moyenne de 680 litres.

En mai 1890, le laboratoire municipal de Paris a constaté les résultats suivants :

Le type de 360 litres, dépensant 360 litres, produit 10,79 carcels, soit 33 lit. 4 par carcel.

Le type de 600 litres, dépensant 582 litres, produit 15,71 carcels, soit 36 lit. 8 par carcel.

La *Rouennaise* peut se placer en ventilation et donner à la fois un éclairage brillant, un renouvellement d'air et une diminution de chaleur.

En résumé, éclairage très brillant, aucune chance de réparation coûteuse, entretien peu dispendieux, durée presque illimitée, tels sont les avantages de la lampe Rouennaise.

M. le Président remercie *M. Despoisse* de sa communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 27 novembre 1891.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, Président.

M^me^ de Laboulaye, veuve de l'ancien secrétaire de la Société, fait hommage de la 7^e^ édition du *Dictionnaire des arts et manufactures* de *M. de Laboulaye*, auquel ont été faites de nombreuses additions, notamment en ce qui concerne l'électricité. (Arts économiques.)

M. Lax, directeur de l'Office du Travail, demande la coopération de la Société à l'œuvre entreprise par le Ministère du commerce en faveur des travailleurs et annonce l'envoi de questionnaires.

M. le Directeur de la Société anonyme de charbonnages des Bouches-du-Rhône envoie la liste de sept contremaîtres ou ouvriers de son établissement qu'il présente comme candidats aux médailles que décerne la Société.

M. Joseph Ganio, rue Julia, 9, à Marseille. — Nouveau moteur hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. de Louvrié, à Combebizon, par Saint-Amand-des-Cots (Aveyron). — Mémoire sur la résistance de l'air au point de vue de l'aéronautique. (Arts mécaniques.)

M. Balbi, mécanicien, rue Eugène-Sue, 21. — Moteur domestique à gaz et à essence de pétrole. (Arts mécaniques.)

M. Victor Tatin, rue Merlin, 20. — Mémoires relatifs à la locomotive aérienne. (Arts mécaniques.)

M. le baron Von Juptner, à Neuberg (Autriche). — Ouvrage intitulé : *Recherches sur les machines à feu, chaudières.* (Arts chimiques.)

M. Colcomb, rue d'Alésia, 85. — Projet pour l'accélération de la marche des navires, système Tharin. (Arts mécaniques.)

M. Saint-Denis, rue Chennevières, 10, à Elbeuf. — Essoreuse à mouvement continu. (Arts mécaniques.)

M. Oscar Victor, conducteur de machines à l'imprimerie Garnier, à Chartres. — Mémoire sur les engrenages à diamètres variables. — Déplacement dans les machines à imprimer. (Arts économiques.)

M. J. Wiborgh, professeur à l'École des mines de Stockholm. — Calorimètre permettant de déterminer la puissance calorifique des combustibles. (Arts économiques.)

M. Merland, piqueur au chemin de fer de l'Ouest, à Saint-Cloud. — Appareil porte-pétards à répétition concernant les signaux de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. le Président de la Société d'Encouragement pour le commerce français d'exportation annonce que l'assemblée générale de cette Société aura lieu à la Chambre de commerce de Paris, 2, place de la Bourse, le lundi 28 décembre 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société chimique de Paris donnera le samedi 12 et le lundi 28 décembre, à huit heures et demie du soir, dans la grande salle de la Société d'Encouragement, deux conférences, qui auront pour objet : la première, la mesure des températures élevées, par *M. Le Châtelier;* la seconde, les dérivés du triphanylméthane et matières colorantes s'y rattachant, par *M. Nolting.*

M. Jules Secrétand, mécanicien, à Charezier (Jura). — Charrue popularisée sur le haut plateau du Jura. (Agriculture.)

M. Vuaillet, Grande-Rue, à Saint-Maurice (Seine). — Instrument permettant de mesurer facilement le travail des machines agricoles. (Agriculture.)

M. Schmid, ingénieur à Zurich. — Nouvel appareil aéro-humecteur. (Arts économiques.)

M. Lézé, ingénieur des arts et manufactures, professeur à l'École d'agriculture de Grignon. — Moyens de reconnaître les falsifications du beurre. (Agriculture. Concours.)

M. le Dr Maisonneuve, à Angers. — Suite de ses recherches sur l'anthonome. (Agriculture.)

M. Decaux, rue du Marché, 8, à Neuilly-sur-Seine. — Le pommier, ses principaux ennemis, leurs mœurs. (Agriculture.)

M. Paul Godille, rue d'Allemagne, 211. — L'anthonome du pommier et ses moyens de destruction. (Agriculture. Concours.)

M. Depommier, à Thones (Haute-Savoie). — Note sur les reboisements. (Agriculture.)

M. Cuénin, à Beaucourt. — Note sur le reboisement et les inondations. (Agriculture.)

M. E. Defez, rue Dulong, 41. — Obturateur photographique. (Beaux-Arts.)

M. Benoît d'Entrevaux, à Saint-Priest, par Privas (Ardèche). — Étude sur l'agriculture et l'économie rurale de l'Ardèche. (Agriculture.)

M. Prud'homme, professeur départemental d'agriculture, à Commercy (Meuse). — Agriculture du département de la Meuse. (Agriculture.)

M. le Président annonce la perte que la Société vient de faire en la personne de *M. Hardy*, membre du Comité d'agriculture depuis 1869, directeur de l'école d'horticulture de Versailles. Une notice nécrologique sera publiée dans le *Bulletin* de la Société.

Les ouvrages suivants imprimés sont signalés dans la correspondance :

1° *Aphorismes économiques et moraux;* 2° *le Socialisme moderne*, offerts par *M. Maurice Block*, membre du Conseil de la Société.

Engineering education in the British dominions, brochure offerte par *M. H. Chapman,* correspondant de la Société.

Exposition universelle internationale de 1890. Rapport général par *M. Alfred Picard,* tome IV. Les beaux-arts, l'éducation, l'enseignement, les arts libé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

raux, offert par M. le ministre du commerce, de l'industrie et des colonies.

Fêtes du centenaire de la loi de 1791 *sur les brevets d'invention,* célébrées les 25 et 26 mai 1891. (Extrait du *Bulletin* n° 17 du syndicat des ingénieurs-conseils en matière de propriété industrielle.)

Nominations de membres de la Société. — Sont nommés membres de la Société :

M. Poyet, dessinateur-graveur, à Paris, présenté par *M. Collignon;*

M. Jules Garçon, ingénieur-chimiste, à Paris, présenté par *MM. Aimé Girard* et *de Luynes.*

Communications. — *Recherches sur la combustion.* — *M. le Président* rappelle que la Société a voté cette année un fonds spécial pour des recherches scientifiques dont l'objet a été indiqué cette fois par le Comité des arts chimiques, et qui ont été confiées à *M. Mahler*, ingénieur civil des mines. Ce travail, intitulé : *Détermination industrielle du pouvoir calorifique des combustibles*, a été exécuté par *M. Mahler,* qui expose devant l'assemblée les principaux résultats de ses recherches, comme il suit :

« La détermination de la capacité calorifique des combustibles se fait actuellement, soit par le procédé de Berthier, qui est inexact, soit au moyen de l'analyse élémentaire, qui est délicate et longue à exécuter.

On arrive facilement à des résultats précis en employant la bombe calorimétrique de M. Berthelot.

Malheureusement l'appareil du Collège de France est d'un prix trop élevé pour le budget des laboratoires industriels, à cause de la grande quantité de platine qui entre dans sa construction.

L'obus calorimétrique que je présente est une modification de l'appareil de M. Berthelot.

Il se compose :

1° D'un obus en acier supérieur demi-doux, forgé sur mandrin.

Cet acier, un peu plus doux que l'acier à canon, présente 55 kilogrammes de résistance par millimètre carré de section, et 22 p. 100 d'allongement.

L'obus a 654 centimètres cubes de capacité; ses parois ont 8 millimètres d'épaisseur.

Ce volume peut assurer dans tous les cas une parfaite combustion du charbon par un certain excès d'oxygène, même quand la pureté de ce gaz livré par le commerce laisse un peu à désirer, et en outre celle des gaz fournis par les gazogènes de l'industrie, qui contiennent jusqu'à 70 p. 100 de matières inertes, et dont il faut prendre une quantité importante si l'on veut déterminer une élévation sensible de la température du calorimètre.

L'obus est nickelé extérieurement. Intérieurement, il est préservé par une couche d'émail contre l'action corrosive de l'acide azotique qui se forme toujours

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendant la combustion. Cette couche d'émail, nécessaire à la conservation de l'appareil, remplace la chemise de platine, coûtant plusieurs milliers de francs, qui garnit l'appareil du Collège de France.

L'obturation de l'obus se fait par un bouchon à vis qui vient serrer une rondelle de plomb. Le bouchon porte un robinet à vis conique qui sert à l'introduction de l'oxygène.

Il est traversé par une électrode bien isolée, prolongée, à l'intérieur, par une tige de platine terminée par un petit fil de fer qui joue le rôle d'amorce.

2° Les autres pièces de l'appareil sont le calorimètre, l'enveloppe calorimétrique et l'agitateur.

L'agitateur hélicoïdal de M. Berthelot est ici commandé par une combinaison cinématique très simple et très douce, qui permet à l'opérateur d'imprimer sans fatigue au système un mouvement régulier.

3° Je signale encore le thermomètre qui indique les centièmes de degré; le générateur d'électricité, dynamo, ou pile au bichromate de 10 volts; un compteur de minutes, montre ou sablier.

4° J'emprunte l'oxygène à un tube fourni par la Compagnie continentale d'oxygène. Comme la pression convenable pour la combustion de 1 gramme de houille est de 25 atmosphères au plus, et que le tube de modèle courant renferme 1 200 litres (120 atmosphères), j'ai donc ici une provision pour près de 100 expériences.

La détermination du pouvoir calorifique d'un combustible liquide est aussi simple que pour un combustible solide. Toutefois, si le liquide émet des vapeurs sensibles, il est bon de peser la prise d'essai dans une ampoule mince à pointes effilées, par où passera l'amorce en fil de fer. A l'instant où l'on introduit l'ampoule dans la bombe, il faut avoir soin de briser ces pointes pour permettre l'accès de l'oxygène jusqu'au contact du liquide.

La manipulation est aisée pour les gaz, on fait le vide dans l'obus, on le remplit une première fois de gaz. On fait le vide une seconde fois, et on introduit définitivement le gaz sous la pression barométrique et à la température du laboratoire. On ajoute alors l'oxygène et on procède comme pour les solides et les liquides.

Pour le gaz d'éclairage 5 atmosphères d'oxygène suffisent. Pour le gaz des gazogènes industriels, on ne dépassera pas une demi-atmosphère.

Le mémoire complet contiendra la description, la critique et les conclusions des recherches que j'ai exécutées, de janvier à novembre 1891, sur nombre considérable de combustibles solides, liquides et gazeux.

M. le Président remercie *M. Mahler* de sa communication, qui est renvoyée à la Commission du *Bulletin*.

La pyrogravure. — *M. Manuel-Perier* rappelle la présentation qu'il a faite,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'an dernier, de son appareil à soufflerie automatique, en forme de gazomètre et à courant d'air empêchant l'échauffement du manche des outils à pyrograver.

Il présente aujourd'hui des petits nécessaires pour la pyrogravure simple et polychrome. Dans ces appareils réduits, dont la soufflerie est actionné à la main ou au pied, l'échauffement des manches des pyrocrayons est évité par une nouvelle disposition. L'embase de la pointe est fixée sur une petite rondelle de matière incombustible, ivoire, métal, porcelaine, etc., au moyen d'une griffe qui diminue les points de contact et laisse circuler l'air ambiant entre ses branches évidées. Cette griffe isolante, sans avoir l'efficacité absolue du courant d'air rafraîchisseur, atténue assez l'échauffement pour qu'il soit à peine sensible après plusieurs heures de travail.

La dimension des nouveaux manches ne dépasse pas celle d'un crayon ordinaire. La pointe du *pyrocrayon*, dite *pointe universelle*, est très légère, un peu recourbée à son extrémité, à méplats latéraux et à vive arête dorsale; elle se prête à toutes les exigences de la pyrogravure. Son incandescence initiale est obtenue très promptement et son entretien n'exige que peu de pression.

Comme complément à l'outillage du pyrograveur, *M. Manuel-Perier* présente le *pyropinceau* et le *pyrocompas*.

Le pyropinceau agit à distance. Il dessine, grave et modifie sans contact avec la matière sur laquelle on travaille. C'est une pointe incandescente à foyer intensif, plus ou moins ouverte à son extrémité, d'où jaillit un faisceau d'air surchauffé.

Les artistes pyrograveurs obtiennent avec ce pinceau d'heureux effets d'ombres dégradées et fondues, pour ciel, cours d'eau, lointains, etc., etc.

Sur un panneau ou sur un objet quelconque revêtu d'un enduit à base de gélatine, on obtient, avec le pyropinceau, des tracés très nets et d'un relief très sensible. *M. Manuel-Perier* en présente un spécimen en faisant remarquer qu'il y a là un nouveau moyen d'obtenir une ornementation qui pourrait servir à la confection de moules pour l'orfèvrerie et la céramique. Le pyropinceau ne se prête pas seulement à de faciles et charmants effets décoratifs, les industriels pourront encore l'utiliser à de nombreuses applications ayant pour base l'action chimique et physique de la chaleur sur les matières métalliques, vitrifiables ou autres.

Avec des vignettes, des pochoirs, le pyropinceau permet d'obtenir une reproduction indéfinie des mêmes motifs décoratifs et peut remplacer la brosse à noir pour marquer les colis et tous objets combustibles.

Le pyrocompas est un compas balustre, dont l'une des branches, formée d'un tube à rallonge, sert de manche aux pointes à griffe isolante des pyrocrayons et des pyropinceaux.

Enfin *M. Manuel-Perier* présente une nouvelle soufflerie automatique dont il recherchait depuis longtemps la solution pratique. Elle se compose :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° D'un ballon en caoutchouc extensible, dont la contraction seule suffit à refouler l'air comprimé par ses parois. Il peut être gonflé à la bouche à l'aide d'une embouchure;

2° D'un petit soufflet à large orifice et à soupape de retenue, à l'aide duquel on obtient, sans effort, un rapide gonflement;

3° D'un tube en caoutchouc portant une armature servant à joindre le ballon au saturateur.

Le ballon, entouré d'un filet pour limiter sa dilatation, repose sur un léger support métallique se repliant sur lui-même.

Soufflerie et accessoires sont contenus dans une boîte de petit volume.

Un ballon de $0^{m},50$ de diamètre se gonfle en 1 minute et assure un travail ininterrompu de 3 à 4 heures. On supplée à la capacité du ballon par un regonflement.

M. Manuel-Perier pense que ces ballons, libres ou comprimés par des poids, des ressorts, etc., pourraient, de même que le courant rafraîchisseur et la griffe isolante, être utilement appliqués aux thermo-chirurgicaux.

A l'Exposition actuelle du Travail, où il a obtenu, comme à l'Exposition du Livre à Anvers, une médaille d'or, on a pu voir des meubles et des sièges ornés de pyrogravures sur bois et cuirs, exécutés avec ses appareils par une importante maison de Paris.

M. Manuel-Perier rend hommage à M. Brénot, fabricant d'instruments de chirurgie, pour les soins apportés à l'exécution de ses appareils et outils de pyrogravure dont il lui a confié l'exécution.

M. le Président remercie *M. Manuel-Perier* de sa communication, qui est renvoyée au Comité des constructions et beaux-arts.

Séance générale du 11 décembre 1891.

ÉLECTIONS DU BUREAU POUR 1892.

M. le Président annonce que le scrutin est ouvert pour les élections générales du bureau pour 1892.

M. Nique, rue Jacques-Cartier, 1. — Vélocipède nautique. (Arts mécaniques.)

M. Forest, constructeur-mécanicien, quai de la Râpée, 76. — Machine marine de la force de 40 chevaux. (Arts mécaniques.)

M. René Robert-Pernet. — Signal d'alarme pour disque rouge. (Arts mécaniques.)

M. Thommerel, menuisier à Briouze. — Moteur perpétuel.

M. Revin, ingénieur à Avesnes-sur-Helpe (Nord). — Plan incliné de Panama. (Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Dulché père, rue Richomme, 15. — Inventions diverses.

MM. Richard frères, constructeurs d'instruments de précision, rue Fessard, 8, offrent à la Société un indicateur de vitesse à cadran.

La Société ne conservant pas d'appareils, *M. le Président* prie MM. Richard de vouloir bien le présenter à la Société qui l'examinera avec intérêt.

M. Duverger, peintre de genre, à Écouen (Seine-et-Oise). — Système de propulseur applicable aux ballons dirigeables. (Arts mécaniques.)

M. Duroy-de-Bruignac, ingénieur des arts et manufactures, à Versailles. — Note et brochure relatives à la question proposée sur les coefficients de l'aéronautique. (Arts mécaniques.)

M. Raveaud, place Villebœuf, à Saint-Étienne. — Procédé de sondage. (Arts mécaniques.)

M. William Sellers, de Philadelphie, correspondant de la Société. — Envoie la photographie d'une machine à raboter et sa description. (Arts mécaniques.)

M. Bethouart, ingénieur, président du tribunal de commerce de Chartres. — Appareils de blutage et de sassage. (Arts mécaniques.)

MM. Fried-Toldt, ingénieur, *baron H. Juptner de Joustorff*, chimiste, et *Sandoz*, ingénieur. — Étude scientifique de la combustion dans les fours chauffés par gazogènes. (Arts chimiques.)

M. François, à Moutière-en-Perche (Orne). — Étude sur l'agriculture. (Agriculture.)

M. Cuénin, à Beaucourt. — Complément de son mémoire sur l'agriculture. (Agriculture.)

M. Chavanon, avenue de Saxe, 247, à Lyon. — Obturateurs photographiques. (Beaux-Arts.)

MM. Delporte-Bayart, agronome, et *Lemoine*, instituteur à Roubaix. — Étude sur l'agriculture du département du Nord. (Agriculture.)

M. Sandoz, ingénieur, rue Lincoln, 1. — Brochure intitulée : *la Santé pour tous, traitement de Séb. Kneipp.*

M. Jouffroy, professeur départemental d'agriculture de l'Allier. — Étude sur l'agriculture dans le département de l'Allier. (Agriculture. Concours.)

M. Hérissant, directeur de l'École pratique d'agriculture des Trois-Croix, à Rennes. — Étude sur l'anthonome. (Agriculture.)

Frère Abel, de l'institut des Frères, à Ploërmel (Morbihan.) — Étude sur l'anthonome. (Agriculture.)

M. le Dr Félix Herméguy, préparateur au Collège de France. — Étude sur l'anthonome. (Agriculture.)

M. Kayser, rue Claude-Bernard, 16. — Études sur les ferments du vin, du cidre et de la bière. (Agriculture.)

Les ouvrages suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Aimé Witz, professeur à la Faculté libre de Lille, correspondant de la Société, fait hommage d'un ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz.*

M. G. Richard, membre du Conseil, fait hommage d'un traité en trois fascicules qu'il vient de publier *sur les moteurs à gaz et à pétrole.*

Exposition universelle internationale de 1889. — Rapports du Jury international publiés sous la direction de *M. Alfred Picard.* Groupe III : Mobilier et accessoire. — Groupe IV : Tissus, vêtements et accessoires.

Ministère de l'Instruction publique. — Réunion des Sociétés des Beaux-Arts des départements, du 22 au 27 mai 1891.

Transactions of the Royal Society of Edinburg. — Vol. XXXIV et XXXVI.

Ministère de l'Instruction publique et des beaux-arts. — *Bulletin de Géographie historique et descriptive*, année 1891, n^{os} 2 et 3.

Encyclopédie Roret. — Accordeur et réparateur de pianos.

Journal des ouvriers inventeurs. — 1891, n° 1.

Exposition universelle de 1889. — Rapport de *M. Jules Persoz*, directeur de la condition des soies et des laines de Paris, sur les procédés chimiques de blanchiment, de teinture, d'impression et d'apprêt.

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

MM. Bethouart, ingénieur civil, président du tribunal de commerce de Chartres; présenté par *MM. Tisserand* et *Aimé Girard.*

Le docteur Carnet d'Orny, à Paris; présenté par *M. Aimé Girard.*

Charles de Montgolfier, directeur de la papeterie de La Haye-Descartes, présenté par *MM. Legrand et Aimé Girard.*

NOMINATION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — Le scrutin est ouvert pour la nomination d'un membre du Comité des arts mécaniques.

Sont proposés :

M. Sauvage, ingénieur, professeur à l'École des Mines, et *M. Flamant*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'École centrale.

Le dépouillement du scrutin donne la majorité à *M. Sauvage,* qui est nommé membre du Comité des arts mécaniques.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Épuration des eaux.* — *M. Hirsch* fait, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur un système d'épuration des eaux, présenté par *M. Howatson*, directeur de la Société d'épuration des eaux, avenue du Roule, 165, à Neuilly (Seine).

M. le Rapporteur décrit le procédé et l'appareil de M. Howatson et en fait ressortir les avantages en ce qui concerne les générateurs de vapeur; il croit que, dans un grand nombre de cas, l'appareil Howatson peut rendre de sérieux services à l'industrie.

Le Comité des arts mécaniques a l'honneur de proposer au Conseil de remer-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cier *M. Howatson* de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec figures dans le texte et légende.

Ces conclusions sont adoptées.

Tour d'horlogerie. — *M. Redier* fait, au nom du même Comité, un rapport sur le tour à l'usage de l'horlogerie, présenté par *M. James de Chabaud-Latour*, mécanicien, boulevard de Strasbourg, 225.

Le tour et ses accessoires est le premier qui ait été fabriqué en France, sur les données du tour américain, par M. James de Chabaud-Latour. Son prix est beaucoup au-dessous du prix des tours américains et allemands, et il est réellement universel, c'est-à-dire propre à la production de toutes les pièces d'une montre, y compris la boîte.

Le Comité des arts mécaniques propose au Conseil de remercier *M. de Chabaud-Latour* de son intéressante communication, et de publier dans le *Bulletin* le présent rapport, suivi de la description du tour universel qu'il a présenté, avec les dessins nécessaires.

Ces conclusions sont adoptées.

Serrure perfectionnée. — *M. Redier* fait, au nom du même Comité, un rapport sur une serrure présentée par *M. Mégissier*, à Neuilly (Seine).

Cette serrure est à gorges mobiles, à laquelle sont ajoutés deux autres groupes de gorges placées à droite et à gauche de l'entrée. Le travail est exécuté avec un soin qui fait de cette serrure un modèle d'atelier. L'ensemble présente une certaine complication, aussi l'emploi en sera-t-il limité, mais ne resterait-il que la solidité de la gâche, qui peut être employée dans toute la serrurerie, l'invention mérite d'être propagée.

Le Comité propose au Conseil de remercier *M. Mégissier* de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Procédés graphiques pour tissus. — *M. Imbs* fait, au nom du même Comité, un rapport sur les procédés graphiques et les appareils de *M. Henri Ronsse*, à Clan (Vienne), pour la reproduction en tissus et à toute échelle désirée, sans armures ni cartons, des peintures ou décorations les plus variées.

M. Ronsse a imaginé et amené à l'état pratique des procédés qui, pour certaines contextures spéciales, tournent les difficultés existantes et permettent, avec simplicité et économie de réaliser mécaniquement des effets décoratifs du tissu, représentant des peintures, tableaux, esquisses, etc., pour lesquels le peintre ne s'est préoccupé de rien prévoir et de faciliter la reproduction de son œuvre sous forme de tissu. M. Ronsse envisage particulièrement la réalisation des tissus chenille.

Ces procédés sont simples et pratiques autant qu'ingénieux et bien associés à point. Il y a, dans la classe des tissus à laquelle ils s'appliquent, économie stricte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de matière dispendieuse employée. Le tissu peut être à double face et d'un riche effet décoratif, en même temps que souple, chaud et moelleux, tout en restant économique. On ne peut donc douter que notamment pour certaines étoffes d'ameublement les procédés de M. Ronsse ne trouvent des applications utiles.

Le Comité des arts mécaniques propose au Conseil de remercier *M. H. Ronsse* de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* avec les dessins nécessaires.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Analyse des alcools.* — *M. Émile Gossart*, maître de conférences à la Faculté de Caen, fait une communication sur une méthode et un appareil de son invention pour l'analyse qualitative et quantitative des liquides alcooliques et autres.

L'appareil a pour objet spécial de reconnaître dans les spiritueux du commerce et les boissons alcooliques la présence et la quantité des substances autres que l'alcool vinique, et, d'une manière plus générale, il permet, par un procédé d'analyse simple, sensible et précis, de déceler les falsifications ou altérations d'un très grand nombre de corps liquides ou fusibles.

La méthode repose sur les lois nouvelles d'un phénomène de physique moléculaire, le roulement d'un liquide sur lui-même.

La goutte roulante est soutenue au-dessus du liquide sous-jacent par une paroi isolante de vapeur semblable à celle qui soutient sur une plaque incandescente les gouttes qu'on y laisse tomber.

L'instabilité plus grande de la paroi de vapeur permet ici, précisément, de reconnaître toute différence entre le liquide roulant et le liquide support. On a là, entre la goutte et son support, un ressort de vapeur, qui reste plus ou moins tendu ou qui se déclenche brusquement, suivant la ressemblance ou la dissemblance de ses deux points d'appui.

On peut, grâce à lui, doser directement 1/100, 1/200 et, par une rectification préalable, 1/1000 de chaque impureté, comme le démontrent les expériences suivantes :

1° Tout le liquide peut être amené à rouler en gouttes sur lui-même, grâce au matelas de vapeur qui sépare la goutte et le support, saturés eux-mêmes de cette vapeur.

Il suffit, pour s'en convaincre, de laisser tomber avec un tube de paille une goutte de liqueur alcoolique quelconque, de 1 millimètre de hauteur, sur le ménisque concave qui s'élève contre les bords du verre. Mais l'expérience est un peu délicate, le ménisque n'ayant guère que $1^{mm},5$ de hauteur et le point où la pente est de 30° étant à 1 millimètre environ des bords du vase.

On élève et on allonge la route déclive de la goutte, pour une mise au point plus commode de la pipette, en prenant un vase à parois pleines angulaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(angle de 30°) donnant un ménisque de profil hyperbolique, ou mieux un vase à parois de section hyperbolique fournissant une pente plane.

M. Ducrétet a construit de petites cuvettes qui réalisent l'intermédiaire entre les deux solutions.

Les liquides peu volatils, huile, acide sulfurique, etc., ont besoin d'être chauffés à peu près à 100°. L'eau est de tous les liquides celui qui roule le plus difficilement, probablement à cause de sa grande chaleur latente;

2° Étant donnés deux liquides purs différents, à la température ordinaire, les gouttes de l'un ne roulent jamais sur l'autre, parce que le matelas de vapeur, protecteur de la goutte, est absorbé instantanément par le support vide de cette vapeur;

3° Examinons l'influence de l'impureté sur la goutte seule, sur le support seul, puis sur les deux.

Prenons par exemple comme liquide principal l'alcool vinique et comme impureté l'alcool méthylique.

1° Tant qu'on introduit dans la goutte moins de 1/3 d'alcool méthylique il y a encore roulement, et pour plus de 1/3 il y aura plongeon ;

2° Si on altère le liquide support seul, la sensibilité est déjà un peu plus grande;

3° Maintenant, avec une goutte à 1/3 d'alcool méthylique qui faisait le plongeon dans l'alcool pur, on obtient au contraire le roulement sur l'alcool du vase dès qu'il renferme 1/20 d'impureté méthylique.

De là, pour reconnaître une impureté dans un liquide, on fait un mélange de ce liquide principal et d'une portion notable de l'impureté (de 1/10 à 1/2) et on a ainsi un réactif 1° qui plonge dans le liquide principal pur, 2° qui roule sur le liquide principal ou liquide d'essai pour 1/15 ou 1/30 d'impureté dans le vase.

Le liquide du vase saturé de la vapeur impure se refuse à en absorber une nouvelle dose.

Les chiffres à donner varient dans de faibles limites avec la nature du liquide, la température et la pente : il est bon de toujours opérer entre 14° et 18° pour éviter l'influence de la température, et dans un vase de forme type.

Il y a ainsi, on le voit, analyse par roulement du semblable sur le semblable.

Seulement, le procédé a besoin d'être sensibilisé, d'abord, puis rendu précis quantitativement.

4° On peut exagérer à volonté, graduellement et dans de larges limites, la sensibilité du réactif-gouttes, en y diminuant la proportion de l'impureté et en rendant le liquide visqueux en ajoutant de l'acide citrique, de la glycérine, etc., de façon qu'il puisse révéler au choix 1/10, 1/20, 1/100, 1/200, etc., de l'impureté.

La viscosité favorise la conservation du matelas de vapeur.

La règle pour obtenir le réactif de sensibilité maximum est naturellement d'y

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

introduire la plus petite quantité d'impureté qui soit capable de faire faire le plongeon à la goutte dans le liquide pur du vase; puis, en augmentant graduellement l'impureté dans le réactif, sa sensibilité diminuera, une augmentation de température équivaut à une augmentation d'impureté dans la goutte et diminue la sensibilité.

5° Dans le cas d'un réactif déterminé, il y a roulement limite, caractéristique, par moitié des gouttes et à mi-course, pour 1/11 de cette impureté dans la liqueur d'essai. Il y a au contraire roulement facile général pour une dose de 1/20 plus grande; roulement nul pour une dose de 1/20 plus petite.

Le réactif au 1/100, par exemple, roule parfaitement sur une dilution de l'impureté à 1/90 dans le liquide principal et plonge sur une dilution à 1/110.

6° A l'égard de son réactif (goutte roulante), chaque impureté se comporte comme si elle était seule.

Avec plusieurs alcools mis dans l'alcool vinique, il y a roulement du réactif qui contient un alcool présent dans le vase, et absorption du réactif qui contient une impureté absente du vase.

L'influence de l'eau sur le dosage des autres impuretés n'est plus négligeable. Mais cette fâcheuse influence s'élimine facilement. Comme elle s'exerce surtout sur le liquide du vase, il suffit de prendre pour réactif un alcool de même degré, ou de degré un peu moindre, que le liquide à essayer, c'est d'autant plus facile que tous les alcools et leurs impuretés ont presque la même densité.

Pour doser directement les 4 centièmes d'impuretés dans un liquide alcoolique, par exemple, on prend 1 centième de ce liquide que l'on dilue dans l'alcool visqueux pur jusqu'à 4 centimètres cubes, afin de constater le roulement limite avec le réactif au centième.

Mais, pour un alcool fraudé ou mal rectifié, il faudra concentrer les impuretés de tête et de queue, dans le premier ou le dernier dixième de liquide distillé, par une rectification avec déphlegmateur.

On a donc ajouté dans le nécessaire un petit appareil rectificateur, robuste, construit en cuivre et laiton, composé d'une marmite de 100 centimètres cubes, un déphlegmateur, un réfrigérant et une éprouvette graduée.

Cette méthode s'applique aux essences, celles qui coûtent cher étant si souvent falsifiées par celles qui reviennent à bon marché.

Cette méthode physique d'analyse, par roulement de gouttes ou par homéotropie, a donc deux avantages :

1° Elle permet à tout le monde de reconnaître la pureté ou l'impureté d'un liquide, et facilement, puisque chaque impureté devient ici son propre réactif, et se décèle par elle-même.

2° Elle permet d'autre part aux chimistes de profession de reconnaître la falsification d'un liquide par un liquide semblable par sa composition, distinction sou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vent très laborieuse, quelquefois même impossible dans l'état actuel de la science.

M. le Président remercie *M. Gossart* de son intéressante communication, qui est renvoyée aux Comités des arts chimiques et économiques.

Secretage des poils à feutre. — M. Émile Burg, chimiste, fait une communication sur un nouveau procédé de secretage sans mercure des poils destinés à la fabrication des feutres.

Il explique le début de ses recherches et dit qu'avant de remplacer le mercure dans l'industrie de la couperie de poils il fallait connaître l'action de ce métal. Cette recherche a été son point de départ. Il donne connaissance d'un rapport qu'il a adressé le 18 février dernier à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Dans ce rapport il explique quelle est l'action désorganisatrice du mercure employé à l'état de nitrate acide : Le poil seul, dit-il, examiné au microscope avec un grossissement de 7 à 800 fois, présente une suite d'anneaux absolument lisses dont la conformation suit la dépression du tronc de cône. Après l'action du secretage, le même poil étudié encore microscopiquement, mais cette fois avec un grossissement nécessaire de 1500 fois environ, s'est présenté avec les modifications suivantes : absence totale de parties grasses ou moelle. De plus, sur chaque anneau s'étaient formées six ouvertures dont les parois en saillie formaient des aspérités.

Le secretage avait donc eu pour effet de désorganiser le poil et de faire acquérir à sa surface trop lisse des déchirures qui, s'accrochant les unes aux autres, aident au feutrage.

Partant de cette étude, il est arrivé, après de très nombreux essais, à obtenir les mêmes effets au moyen d'une dissolution dont il donne la formule et expose les résultats sanitaires et économiques.

Par la composition même de ces éléments puissamment antiseptiques, ce liquide secreteur assainit, purifie l'air des usines et des ateliers des miasmes organiques dégagés par les peaux de lapin. Les résultats sanitaires sont sanctionnés par une longue et sérieuse étude médicale, dont communication a été faite au Comité consultatif d'hygiène publique de France et dont les conclusions sont des plus favorables à ce procédé de secretage.

Le côté pratique est prouvé par des feutres et des chapeaux obtenus sans mercure et de nombreuses lettres de satisfaction que M. Burg montre à la Société. Ces lettres émanent de très importantes maisons de chapellerie, françaises, belges, allemandes, autrichiennes, etc.

M. Burg a présenté de très intéressants échantillons de poils traités par son procédé, depuis la peau après la première opération du secretage jusqu'au chapeau terminé.

En dehors de la question humanitaire, l'économie procurée par l'application de ce procédé serait très importante pour le préparateur des poils et pour le chapelier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Burg appuie sur ce point que, depuis le 3 mai 1891, son procédé est employé sans interruption dans une grande usine de Paris dont il donne le nom.

M. le Président remercie *M. Burg* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts chimiques.

DÉPOUILLEMENT DU SCRUTIN. — *M. le Président* constate que le scrutin ouvert au commencement de la séance pour l'élection des membres du bureau pour 1892 et la ratification des nominations des membres du Conseil faites dans le courant de l'année 1891 n'a pas fourni le nombre réglementaire de votes pour que l'élection soit valable.

En conséquence, il sera procédé de nouveau, dans la prochaine séance, qui sera avancée au *mercredi* 23 *courant*, à cause de la fête de la Noël, aux élections générales, qui seront valables, quel que soit le nombre des votants.

Séance générale du 23 *décembre* 1891.

ÉLECTIONS DU BUREAU POUR 1892.

Présidence de *M. Haton de la Goupillière*, président.

M. le Président annonce que le scrutin est ouvert pour les élections générales du bureau pour 1892.

M. Carlet, à Lyon. — Moteur hydraulique à retour d'eau. (Arts mécaniques.)

M. A.-Ch. Girard, chef des travaux chimiques à l'Institut agronomique. — Mémoire sur les meilleures expériences sur l'alimentation du bétail. (Agriculture.)

M. Augustin Gay. — Une évolution importante dans la culture de la vigne. (Agriculture.)

M. Brousset, rue du Liban, 1. — Annonce qu'il vient d'obtenir un prix Montyon (arts insalubres), pour les lampes à souder, émailler, etc., qu'il a soumise à l'examen de la Société. (Arts économiques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Pétition à la Chambre des députés au sujet du grisou. (Arts chimiques.)

M. le baron Von Juptner, à Neuberg (Autriche), demande que son traité pratique de chimie métallurgique soit admis au concours des arts chimiques pour une publication utile à l'industrie métallurgique. (Arts chimiques.)

M. Cuénin, à Beaucourt (Haut-Rhin). — Mémoire sur le champ d'expérience scolaire. (Agriculture.)

M. Cornevin, professeur à l'École vétérinaire de Lyon. — Mémoire sur les résidus industriels dans l'alimentation du bétail. (Agriculture.)

M. Alfred Tresca, membre du Conseil, fait hommage de son rapport sur les opérations du concours de machines et appareils propres à la décortication de la ramie, organisé par la Société des agriculteurs de France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. G. Richard, membre du Conseil, fait hommage des ouvrages suivants : *Rationalisme des expériences de Regnault sur la vapeur*, par *M. J. Macfarlane Gray*. — *Application de la théorie électro-thermique à l'étude de la vapeur d'eau*, par *M. J. Macfarlane Gray*. — *Sur les machines à triple expansion*, compte rendu des expériences de M. le professeur *Osborne Reinolds*. — *Deux communications sur les moteurs à gaz*, faites à la Société des ingénieurs civils. — *Les moteurs secondaires à l'Exposition universelle de* 1889. (Extrait de la Revue technique de l'Exposition universelle de 1889.)

M. Jules Henrivaux. — Projet de caisse de prévoyance pour sociétés industrielles. (Commerce.)

Rapports des Comités. — *Comptes de* 1890. — *M. Fouret* fait, au nom de la Commission des fonds, un rapport sur les comptes présentés par M. le Trésorier pour l'exercice 1890.

La Commission des fonds déclare de tout point exacte et régulière la situation au 31 décembre 1890, présentée par M. le Trésorier.

M. le Rapporteur propose d'approuver ces conclusions et d'exprimer de nouveau à M. Goupil de Préfeln, trésorier, la vive et sincère gratitude de la Société pour le dévouement avec lequel il s'acquitte de son importante mission.

M. Bordet, censeur, lit, au nom des censeurs, un rapport sur les comptes de l'exercice 1890. Il propose de les approuver et s'associe aux remerciements bien mérités que la Commission des fonds adresse à M. le Trésorier pour son inépuisable dévouement.

Après l'approbation de ces deux rapports, *M. le Président* ajoute quelques développements sur la situation de la Société.

Cette situation doit être considérée comme très satisfaisante. Les rapports dont il vient d'être donné lecture ont montré qu'en 1890 le chiffre des cotisations et des abonnements au *Bulletin* s'est maintenu. La Société s'est imposé l'envoi gratuit de ses publications à ses correspondants étrangers ; mais cette innovation n'a pas altéré ce résultat.

Le *Bulletin* est de plus en plus soigné. Il paraît régulièrement à sa date de chaque mois.

Depuis l'Exposition de 1889, des dons généreux et nombreux ont permis de créer de nouveaux prix et de développer par là notre champ d'influence.

Le grand prix de la Société se trouve dès à présent doté d'une réserve de 13 500 francs. On pourrait donc le décerner demain, tout en restant en présence d'un reliquat de 1 500 francs. Mais au contraire, ce prix n'échoit qu'en 1896 ; et jusqu'à ce moment, la Société pourra réaliser l'économie annuelle de l'allocation ordinaire qu'elle y consacre. Elle a imposé à ses moyens de trésorerie une certaine charge, en avançant de huit mois l'époque réglementaire de la délivrance de la somme considérable qu'elle distribue chaque année sous forme de récom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pense. Outre les prix proposés par elle au concours, suivant son usage immémorial, elle a réussi à en décerner en vue de récompenser toute une vie d'honneur, de travail et de talent, comme dans le cas de M. Beau de Rochas.

Elle est également entrée dans une voie nouvelle, en inspirant et soutenant de ses subventions des travaux scientifiques originaux effectués sous ses auspices ; tels que les recherches de M. Mahler sur le pouvoir calorifique des combustibles et la mission de M. Sérullas dans l'extrême Orient pour la gutta-percha.

La Société a définitivement constitué, au prix d'une importante allocation annuelle, le fonctionnement normal de sa bibliothèque, qu'elle ouvre avec une grande libéralité, même en dehors de ses membres.

Enfin elle vient de faire dresser l'album complet des plans de son hôtel, d'en remettre à neuf la grande salle des séances, et de doter cet immeuble d'un service mécanique et électrique très complet de force et de lumière. Ce dernier et important travail a pu être réalisé au prix d'une dépense qui ne représente qu'environ trois pour cent des déboursés effectués jusqu'ici pour la création de ce bel et utile édifice auquel il assure plus de valeur, en l'amenant à sa perfection comme adaptation à des exhibitions scientifiques.

Il est très important de remarquer que toutes ces nouvelles surcharges (tant celles qui sont par leur nature annuelles, que celles qui représentent un déboursé une fois effectué) ont été supportées uniquement par les ressources normales de la Société, et sans engager aucunement ses réserves, sur lesquelles on avait dû, au contraire, prélever autrefois les sommes nécessaires pour la création de l'hôtel. Incontestablement les aggravations de dépenses destinées à rester périodiques devaient en effet se renfermer dans le cadre des ressources ordinaires. Mais il avait été entendu par la Société que les travaux dont son hôtel vient en dernier lieu d'être le théâtre seraient, comme par le passé, prélevés sur ses réserves. Elle a même, dans ce but, voté pour son trésorier un pouvoir d'aliéner de la rente en quantité suffisante ; pouvoir que ce dernier a encore entre les mains, mais dont il n'a fait aucun usage. Le peu qui reste encore à solder en fait de mémoires s'est de même encadré dans le projet de budget de 1892, qui a été présenté en équilibre, malgré une nouvelle surcharge extraordinaire que la Société a eu à cœur de s'imposer, à savoir : un portrait de son illustre président, Edmond Becquerel. C'est là, pour la gestion financière de la Société, un succès qui ne saurait passer inaperçu.

En résumé, donc, la situation doit être considérée comme rassurante, et la Société d'Encouragement peut envisager l'avenir avec confiance.

De nouveau, M. le Président demande si quelque membre réclame la parole. L'approbation des comptes de 1890 est alors mise aux voix et adoptée à l'unanimité.

On passe ensuite au vote sur les remerciements proposés pour M. le Trésorier,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en raison de son habile gestion et de son dévouement auquel le Président tient personnellement à rendre hommage. Les remerciements sont votés à l'unanimité.

Comptabilité industrielle. — *M. Gibon* fait, au nom du Comité du commerce, un rapport sur l'*Étude sur l'inventaire des sociétés industrielles*, par *M. Didier*, secrétaire général des Forges de Châtillon et Commentry. Cet ouvrage présente les règles dictées par l'observation, l'expérience et le bon sens ; les avis de l'auteur dénotent une sévérité nécessaire qui doit conduire nos sociétés à suivre la pratique des industriels qni ont fondé les maisons les plus honorables et les plus solides. Ce sont ceux, du reste, qu'on pouvait attendre du secrétaire général d'une compagnie qui a su constituer ses fonds de roulement et ses réserves, amortir ses immobilisations d'origine, ses acquisitions et ses constructions nouvelles, en remboursant quinze millions d'emprunts.

Le Comité du commerce les a prises en très sérieuse considération. Il propose au Conseil de remercier M. Didier de sa communication intéressante et utile; il vous demande également de vouloir bien autoriser l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Éolipyles, chalumeaux, etc.* — *M. le Dr Paquelin* présente cinq appareils :

Un chalumeau ;

Un fer à souder qui en est l'application ;

Deux foyers de platine, qui donnent un éclat comparable à celui de la lumière électrique et dont l'un reste incandescent au milieu de l'eau ;

Puis un éolipyle à régulateur étanche ;

Enfin un éolipyle à réservoir indépendant.

Ces cinq appareils brûlent de l'essence minérale.

Le chalumeau, le fer à souder, les foyers de platine sont alimentés par un carburateur à robinet doseur-mélangeur, qui a été décrit dans une précédente communication et auquel est adaptée une poire de Richardson.

Les éolipyles sont, on le sait, des instruments qui s'actionnent eux-mêmes ; l'auteur les a nommés des automatiques souffleurs.

Le chalumeau, dont M. Paquelin a réalisé le premier type en 1883, est formé d'un seul tube, comme le chalumeau à bouche des bijoutiers. Son bec émet deux sortes de flammes : une flamme centrale à pointe très effilée et à la base de celle-ci de petites flammes latérales qui servent à l'amorcer et à en entretenir l'activité.

La flamme de ce chalumeau, en raison de la composition parfaite du mélange fournie par le doseur, atteint une température voisine de 1800°.

M. Paquelin montre des foyers de fils de platine d'un demi-millimètre fondus en certains points à la faveur de ce mélange.

Cette flamme est d'un bleu violet d'une parfaite limpidité ; elle a l'éclatant et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le velouté d'une peinture à la gouache. Sa température et sa chaleur se règlent à volonté. M. Paquelin montre une série de chalumeaux dont les flammes mesurent à la base depuis 1 millimètre de diamètre seulement jusqu'à 3 millimètres et au delà.

Ce chalumeau a non seulement son emploi dans la science et l'industrie, mais aussi dans les arts. Il sert dans la peinture au feu pour estomper le bois.

Le fer à souder est une application du chalumeau ; il se présente sous deux formes, figure droite, figure courbe ; en moins d'une demi-minute, il est chaud et prêt à souder.

L'un des foyers de platine est formé par un peloton de fils de platine que traverse à son centre un tube de même métal, percé de trous dans son trajet à travers le peloton et terminé en cul-de-sac à son extrémité libre.

L'autre est construit d'une bande de toile de platine enroulée sur elle-même en forme de cylindre plein et qui est logée dans une cupule de même métal à tige creuse.

C'est ce dernier qui, plongé dans un vase d'eau, y conserve son incandescence.

Ces foyers, qui peuvent être utilisés comme agents lumineux ou calorifiques, servent aussi dans la peinture au feu.

L'éclat et la lumière totale de ces foyers qui ont $8^{mm} \times 8^{mm}$, ont été mesurés au laboratoire de physique de l'École municipale de la ville de Paris, par M. le professeur Baille et par M. Féry, son préparateur.

La lampe Carcel a été prise comme unité.

Comme premières mesures, l'éclat du foyer à cupule donne 8,1 carcels, celui du foyer sans cupule, 7 carcels.

La lumière totale de chacun de ces foyers est de un demi-carcel.

Pour en augmenter la quantité de lumière totale, il n'y aurait qu'à en augmenter la surface.

L'*éolipyle à régulateur étanche* est un perfectionnement des appareils éolipyliques que M. Paquelin a publiés en 1878 et de l'éolipyle qui lui a valu en 1888 une récompense à l'Académie des sciences ainsi qu'à la Société d'Encouragement.

Les premiers appareils portaient un régulateur à presse-étoupe. Il s'est servi, pour construire son nouveau régulateur, de plaques déformables auxquelles il a donné la préférence sur les tubes de baromètre.

Dans l'*éolipyle à réservoir indépendant*, le brûleur et le réservoir n'ont plus chambre commune. Le brûleur est suspendu au centre du réservoir.

L'appareil travaille dans toutes les positions. Le réservoir se maintient à basse température aussi longtemps que peut durer l'opération ; le nombre d'heures de travail fourni par l'appareil est en rapport avec les dimensions données au réservoir, depuis trois, cinq, sept heures et davantage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La flamme de cet éolipyle est plus sèche et plus chaude que celle de l'éolipyle primitif.

M. Paquelin termine sa communication en montrant une peinture au feu du commandant Blain, où son chalumeau, ses foyers de platine et son éolipyle ont été utilisés par l'artiste pour obtenir des effets polychromes d'un genre entièrement nouveau.

M. Paquelin reviendra sur cette question dans une autre communication, où il traitera de la pyrographie ; il en montrera les différents styles et présentera une série de nouveaux outils destinés à ce mode de peinture.

M. le Président remercie *M. le Dr Paquelin* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts économiques.

Extracteur Prost. — M. Despoisse, 126, rue Blomet, à Paris, présente à la Société un nouvel extracteur d'eau condensée ou purgeur automatique, système Prost, breveté.

Dans tous les cas où l'on emploie la vapeur, mais surtout quand on l'emploie comme véhicule de chaleur, la nécessité absolue d'extraire des conduites l'eau qui s'y forme par condensation, fait que l'on se trouve placé en face d'un double problème qui est celui-ci : extraire toute l'eau de condensation à mesure qu'elle se forme, c'est-à-dire avant qu'elle n'ait eu le temps de se refroidir, et empêcher toute sortie de vapeur non condensée qui emporte avec elle, même sous un faible volume, une grande quantité de chaleur latente.

L'importance de ce problème a donné lieu à un grand nombre d'appareils disposés en vue de la meilleure solution. Mais la plupart ont jusqu'ici causé dans la pratique de telles surprises, de tels ennuis, qu'ils sont généralement désignés en terme d'atelier sous le nom significatif de *boîtes à chagrin*.

L'extracteur Prost a la prétention de donner au problème qui nous occupe une solution réellement pratique et de beaucoup supérieure aux précédentes. Le principe sur lequel il est fondé est le suivant :

Si, au fond d'un réservoir plein d'eau et ouvert librement à l'air, on fait déboucher l'extrémité de la conduite de vapeur qu'il s'agit de purger automatiquement, et ce au moyen de petits trous percés dans le tuyau fermé à son extrémité, l'eau de condensation sortira par les petits trous, se mêlera à l'eau du réservoir, l'échauffera jusqu'à 100° environ, et finalement s'échappera par-dessus les bords du réservoir ou par une tubulure latérale disposée à cet effet. Quand la vapeur non condensée succédera à l'eau, cette vapeur, en sortant des petits trous du tuyau, montera en bulles à la surface du réservoir et s'échappera librement.

Supposons qu'au-dessus du tuyau d'arrivée, on dispose une cloche plongée dans l'eau du réservoir et communiquant par-dessous avec elle.

L'eau de condensation sortira sous la cloche, passera par-dessous les bords

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et remontera entre les parois de la cloche et celles du réservoir pour se déverser comme il vient d'être dit. Mais la vapeur ne suivra pas le même chemin. Elle montera à la surface et se trouvant emprisonnée sous la cloche exercera sous celle-ci une pression qui aura pour effet de la soulever.

Si on pouvait utiliser ce mouvement ascensionnel de la cloche pour agir sur un organe qui fermerait l'introduction de vapeur, on aurait ainsi un appareil qui laisserait sortir l'eau et arrêterait la vapeur.

C'est cette disposition que M. Prost a adoptée. Dans son appareil la cloche est guidée dans son mouvement ascensionnel vertical par une tige qui traverse un couvercle posé sur le réservoir. La tige porte une traverse solidement fixée dont les extrémités s'engagent dans deux guides hélicoïdaux qui ont pour effet d'imprimer à la cloche pendant son mouvement ascensionnel un mouvement de rotation sur elle-même. Ce mouvement de rotation est transmis par un levier placé sous la cloche et au moyen d'une rainure dans laquelle s'engage l'extrémité du levier, à une vis à pas allongé dont l'axe vertical coïncide avec l'axe du tuyau d'arrivée placé au-dessous. La vis porte au bout inférieur une rondelle en caoutchouc durci qui vient s'appliquer sur un siège en bronze quand la cloche monte sous la pression de la vapeur. Les petits trous par où s'échappent la vapeur et l'eau condensée se trouvent dans un évidement de l'écrou de la vis au-dessus et tout autour du siège de la soupape. De sorte que quand la cloche monte, la soupape se ferme. La portion de vapeur qu'a fait monter la cloche se condense et la cloche redescend. En descendant, le mouvement de rotation a lieu en sens inverse. La soupape s'ouvre et une nouvelle quantité d'eau ou de vapeur passe au-dessous et s'échappe par les trous.

L'équilibre, d'ailleurs, s'établit de suite et l'appareil laisse échapper un courant continu d'eau condensée sans la moindre quantité de vapeur.

L'air contenu dans les conduites, à la mise en route, s'échappe par un souffleur placé sur la cloche et qui se bloque instantanément quand la vapeur apparaît dans l'appareil. L'air dissous dans l'eau peut aussi s'échapper en marche courante par un petit trou percé exprès sur le haut de la cloche.

Comme fonctionnement, le purgeur Prost est aussi fidèle, aussi constant qu'on peut le demander. L'eau en sort à une température de 97 à 100 degrés et il ne laisse passer aucune vapeur. Il convient aux plus faibles débits comme il peut extraire jusqu'à 1500 litres d'eau condensée par heure.

Les résultats constatés déjà par plus de 400 applications depuis seulement dix-huit mois ont donné la preuve d'une économie de combustible qui atteint pour de grandes usines jusqu'à 10000 kilogrammes de charbon par mois. Comme l'appareil n'a ni robinets, ni soupape métallique, ni joint, ni garniture, il n'offre aucune de ces chances de dérangement qui ont valu aux autres purgeurs le surnom qu'on a indiqué. D'un coup d'œil on peut toujours s'assurer qu'il fonctionne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S'il s'agit de le vérifier, il n'y a ni joints à défaire ni à refaire, ni écrous à desserrer. La seule pièce qui puisse à de très longs intervalles exiger d'être changée est la petite soupape ou rondelle en caoutchouc durci. Le démontage et le remontage de la cloche ne demandent pas plus de quelques minutes.

Enfin, l'appareil peut être disposé pour rejeter l'eau de condensation à un niveau plus élevé que celui de l'extrémité de la conduite.

En résumé, le purgeur Prost construit par M. H. Cailin, à Saint-Dié, offre à l'industrie un appareil économique, ne se dérangeant jamais et répondant à toutes les exigences.

M. le Président remercie *M. Despoisse* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Foyer fumivore. — M. Leroux fait une communication sur un foyer économique fumivore, système Cohen; il a pensé qu'il y avait intérêt à présenter devant la Société le foyer Cohen maintenant que cet appareil est sorti de la période des essais et tend à se répandre beaucoup dans les diverses industries, car il procure en marche courante et sans dispositifs compliqués ou délicats une économie notable de combustible et la fumivorité presque absolue.

Les résultats donnés sur ces deux points par le foyer Cohen sont sanctionnés par la pratique et des maisons de l'importance de celles de MM. Geneste et Herscher (24 applications), de la Compagnie Edison (9 applications) et de la Raffinerie Parisienne (5 applications), etc., etc., tendent à faire l'application de ce foyer à tous leurs générateurs.

Cette supériorité du foyer Cohen provient de ce que la combustion s'y effectue d'une façon rationnelle, que les organes de cet appareil sont simples, résistants, peu susceptibles de se détériorer par la chaleur et qu'enfin la conduite en est facile attendu qu'en peu de temps tout homme peut devenir un excellent chauffeur, tandis que même sur la grille ordinaire ce résultat est difficile à obtenir.

Ce qui caractérise tout spécialement le fonctionnement du foyer Cohen est la division de la combustion en deux phases successives bien distinctes :

1° Distillation du combustible et combustion des éléments gazeux;

2° Combustion des combustibles distillés ou cokes.

Le foyer Cohen fonctionne avec le tirage naturel.

Il comporte trois grilles jouant chacune un rôle spécial dans la combustion. Le chargement se fait par trémie; ce mode de chargement évite toute rentrée d'air froid et assure la bonne conservation des tôles de coup de feu; le combustible descend ensuite sur la première grille, dite mâchoire, en raison du mouvement que l'on peut lui donner.

Cette grille est celle où le charbon distille par suite du rayonnement d'une voûte réfractaire fortement chauffée.

Les matières volatiles dégagées sont intimement mélangées à l'air arrivant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à travers cette première grille et par des ouvertures latérales. Leur combustion est assurée par leur passage entre la deuxième grille toujours chargée de combustible en ignition et la voûte réfractaire portée à haute température. Les poussières charbonneuses entraînées par le tirage avec les matières volatiles sont également brûlées et la fumivorité se trouve réalisée.

La grille intermédiaire inclinée à environ 45° sert à la combustion des charbons distillés ou cokes. Elle fonctionne comme une grille ordinaire, avec cette différence toutefois que l'air, pour pénétrer dans le foyer, doit traverser la couche de combustible et que toute entrée d'air froid est supprimée. Cette grille est pourvue d'une arrivée d'air séparée permettant la combustion des cokes avec le minimum d'air nécessaire.

La troisième grille, dite de décrassage, reçoit les cendres et les mâchefers. Ces derniers sont cassés au ringard et extraits avec un crochet par l'intervalle compris entre la grande grille et la grille inférieure.

Cette opération, loin de refroidir la chaudière et de faire tomber la pression, a plutôt pour effet de la faire monter puisqu'elle redonne au feu une nouvelle activité.

La descente du combustible se fait généralement d'elle-même. On peut toutefois l'activer soit au moyen d'un sabre en fer plat passé dans la trémie, soit par la manœuvre des grilles mâchoires.

Il est bon de signaler en outre :

1° Que la trémie mobile autour d'un axe peut se rabattre sur le devant du foyer pour dégager les portes du générateur et faciliter son nettoyage ;

2° Que l'on peut abaisser la grille intermédiaire jusqu'à la rendre horizontale pour jeter bas les feux en cas d'arrêt ou d'accident.

Le foyer Cohen est applicable à tous les types de générateurs, il en a été étudié plusieurs modèles qui sont déjà en fonctionnement.

Moyennant certaines modifications de détails portant notamment sur la forme des barreaux, il est impossible d'employer le foyer Cohen à la combustion des combustibles pauvres ou déchets de fabrication. Plusieurs applications ont été faites pour brûler les bois humides à 55 p. 100 d'eau, les copeaux secs et les sciures et donnent d'excellents résultats.

Des essais se poursuivent même en ce moment pour la combustion des résidus plus chargés d'eau tels que la tannée et la bagasse des sucreries coloniales à 65 ou 70 p. 100 d'eau et nous espérons que ces essais seront couronnés de succès.

En résumé, la combustion se fait dans le foyer d'une façon parfaite. Cela résulte de nombreuses analyses de gaz, qui n'indique la présence de l'oxyde de carbone qu'à des doses infimes (0 à 0,5 p. 100) et qui montrent en outre que l'excès d'air introduit est réduit au strict nécessaire (4 à 5 p. 100 d'oxygène).

Ce foyer procure une économie notable de combustible prouvée par des essais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

multiples faits le plus souvent par les industriels eux-mêmes et leur personnel, c'est-à-dire sanctionnés par la pratique industrielle.

Quant à la fumivorité, elle est presque absolue, et à cet égard les constatations sont faciles à faire aux stations électriques du Palais-Royal et de l'avenue Trudaine et dans les applications Geneste, Herscher et Cie.

M. le Président remercie *M. Leroux* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des arts mécaniques.

Dépouillement du scrutin. — *M. le Président*, assisté de *MM. Collignon* et *Aimé Girard* secrétaires, procède au dépouillement du scrutin pour l'élection générale du bureau pour 1892 et la ratification des nominations des membres du Conseil faites pendant l'année 1891.

Le bureau pour 1892 est composé comme il suit :

Président : *M. Tisserand.*

Vice-présidents : *MM. le colonel Pierre, Davanne, Mascart* et *G. Roy.*

Secrétaires : *MM. Collignon* et *Aimé Girard.*

Censeurs : *MM. Legrand* et *Bordet.*

Trésorier : *M. Goupil de Préfeln.*

De plus, les nominations suivantes sont ratifiées :

Comité des arts mécaniques : *MM. Gustave Richard, Imbs* et *Sauvage.*

Comité des arts économiques : *M. Henri Rouart.*

Commission des fonds : *M. Eugène d'Eichthal.*

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS EN 1891

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

MM.

ADELSON AUDE, ingénieur-directeur des anciens établissements Salarnier.

AUDIFFRET (Joseph), ancien juge au tribunal de commerce de la Seine.

BAYLAC (Jean), ingénieur, à Paris.

BÉTHOUART, ingénieur civil, président du tribunal de commerce de Chartres.

BOIRE (Émile), administrateur-directeur des sucreries de Bourdon.

BRIOT, inspecteur des forêts, à Chambéry.

CAMPREDON (Louis), chimiste-métallurgiste, à Paris.

CARNET D'ORNY (docteur), à Paris.

CASTELNAU (Marcellin), ingénieur civil des mines; directeur de la Société générale du traitement des minerais, à Castres.

CHATELOT, manufacturier, à Vitry-sur-Seine.

CHIRIS, sénateur, manufacturier, à Grasse.

DELGADO (Enrique), ingénieur, à Caracas.

EICHTHAL (Eugène d'), administrateur des chemins de fer du Midi.

FREY, ingénieur-mécanicien, à Paris.

FYDENSBERG, professeur de chimie à l'Université de Caracas.

GAMBARO, ingénieur aux chemins de fer de l'Est.

MM.

GARÇON (Jules), ingénieur-chimiste, à Paris.

KNAB (Louis), ingénieur civil, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures.

LE ROYER DE LONGRAIRE (Léopold), ingénieur civil, à Paris.

LODIN, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des mines.

MARÈS (Étienne), ingénieur, à Montpellier.

MÉGY (Gustave), ingénieur-mécanicien, à Paris.

MONTGOLFIER (Charles de), ingénieur, directeur de la papeterie de la Haye-Descartes.

PERISSE, ingénieur des arts et manufactures, à Paris.

POYET, dessinateur-graveur, à Paris.

RATEAU, ingénieur des mines, professeur à l'École des mines de Saint-Étienne.

ROSLIN D'IVRY (baron Jean), à Paris.

SAUVAGE, ingénieur des mines, professeur à l'École nationale des mines.

SWARTE (Victor de), trésorier payeur général de Seine-et-Marne, à Melun.

WITZ (Aimé), professeur à la faculté libre des sciences de Lille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA QUATRE-VINGT-DIXIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(*Quatrième série. — Tome VI*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A

Abel (Frère). Étude sur l'anthonome (P), 708.

Albouy (Jean-Amans). Ouvrier (méd. br.), 395.

Allain. (Voy. Good.)

André (O.). Filtre Chamberland à nettoyage mécanique, 275.

Appert (Léon). Moulage des tuyaux de verre (pl.), 114.

— Rapport sur les systèmes de portes roulantes de M. Saint-Ange Vivier et de MM. Brigard frères (b), 151.

Armengaud (J. jeune). Conférence sur le rôle des brevets d'invention (pl.), 621.

Arnaud (Alexandre). Ouvrier (méd. br.), 395.

Aureggio. Brochures sur les chevaux (P), 210.

— La cavalerie des armées, 270.

B

Badin et Escoffier. Améliorations dans la fabrication des boissons fermentées (P), 337.

Badoureau (O.). Les sciences expérimentales, 267.

Balbi. Moteur domestique à gaz (P), 702.

Balny (Jules). Étude sur les pommes de terre (P), 524.

Bardoux (Antoine). Concours pour le prix Meynot, 336.

Barrouin. Appareil régulateur de touches de pianos; rapport de M. Rousselle, 556.

Basin (Alfred). Mémoire sur la vaporisation instantanée (P), 145.

— Sur les ascensions à grande hauteur (P), 524.

— Ballon dirigeable (P), 688.

Baurès. Ascenseur d'eau (P), 448.

— Moteur perpétuel (P), 453.

Baylac (Jean). Poêle ; rapport de M. Prunier (b), 217.

— Robinet (P), 447.

Beau de Rochas. Prix des arts mécaniques ; rapport de M. Hirsch, 359.

Becquerel (Edmond). Nécrologie, 351.

Belloc (Émile). Appareil de sondage, 456 ; rapport de M. Pierre (b), 542.

Benoît (Auguste). Concours pour le prix Meynot, 404.

Benoît-d'Entrevaux. Prix d'agriculture, rapport de M. Demontzey, 374.

— Étude d'agriculture (P), 703.

Bentayou (Jules de). Méthode de coupe pour tailleurs (P), 210.

Berlier. Chemins de fer à très grandes vitesses (P), 270.

Bernhard (Georges). Ouvrier (méd. br.), 395.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Berthoult. Pli cacheté, 210.
Bethouart. Appareil de blutage (P), 708.
Blanc (Élysée). (Voy. Petit.)
Blanc (Jacques). Concours pour le prix Meynot, 337.
Bodio. Statistique industrielle en Italie, 419.
Bonnet. Accumulateur de force (P), 335.
Bonneton (Gaspard). Concours pour le prix Meynot, 341.
Bony (frères). Pianinette, 276.
Bordet. Rapport sur l'examen des comptes de 1889, 20.
— Rapport sur l'examen des comptes de 1890 (extr.), 716.
Bossan (Auguste). Appareil de distillation (P), 689.
Boulet (Théophile). Contremaître (méd. br.), 395.
Bourguignon. Teinture des tissus en noir (P), 270.
Bournay (Jean). Ouvrier (méd. br.), 396.
Bourreau (Eugène). Appareil de chauffage (P), 448.
Brancher (A.). Embrayage élastique ; rapport de M. Brüll (ex.), 339.
Bricard (frères). Porte roulante; rapport de M. Appert (b), 151 ; (méd. br.), 390.
Briot. Prix d'agriculture; rapport de M. Risler, 380.
Briquet (Louis). Contremaître (méd. br.), 396.
Brochoki (Thomas de Dienheim). Retaillage des limes par l'électricité. (Voy. Personne.)
— Méd. arg., 386.
— Pli cacheté : fabrication des oxydes anhydres de baryum et de strontium, 448.
— Ponts démontables, 529, 534.
Brousset (pour Mme Longuemare). Chauffage au pétrole, 694.
— Lampes au pétrole pour souder et émailler (P), 715.
Brüll. Rapport sur l'embrayage élastique de M. Brancher (ex.), 339.
Brun (fils). Terre réfractaire (P), 341.
Bunel. Rapport sur les objets en liège aggloméré de M. Girard de Vasson, 414.
Burg (Émile). Secretage sans mercure, 696.
Burot (A.-L.). Poulies en papier ; rapport de M. Lecœuvre (b), 461.

C

Cabanie (Auguste). Photographie stratégique (P), 449.
Cacheux (Émile). Habitations ouvrières, 408.
Cahours (Auguste). Nécrologie, 351.
Cailletet. Soudure du verre avec les métaux, 165.
Campredon. Laitiers de déphosphoration, 74.
Camuset. Traitement des matières excrémentielles (P), 689.
Candlot. Prix des arts chimiques; rapport de M. Le Chatelier, 365.
Carlet. Moteur hydraulique (P), 715.
Carnot (A.). Rapport sur le prix proposé pour une publication sur l'industrie chimique, 371.
Caron-Drucbert. Moteur agricole (P), 453.
Casella. Guide à piston flotteur pour chaudières (P), 144.
Cassedebat. Bactéries des viandes (P), 690.
Causse (Henri). Éléments de chimie organique (P), 690.
Cazaubon. Distribution à détente variable (P), 532.
Chabaud-Latour (James de). Tour d'horlogerie ; rapport de M. Redier (extr.), 710.
Chalagnier. Appareil à conserver la viande (P), 210.
Chambaud (Guy). Emploi des lignites comme combustibles (P), 403.
Chastel (Émile). Robinet à repoussoir; rapport de M. A. Tresca (b), 25. Méd. br., 389.
Chavanon. Obturateur photographique (P), 708.
Chemin (O.) et Verdier. La houille et ses dérivés, 172.
Chenot (Aimé). Machines-outils (P), 448.
— Propulsion des bateaux (P), 454.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHEVILLARD. Courroies de sûreté, méd. br., 389 ; rapport de M. PIERRE, 464.
CHEYSSON (E.). La question des accidents du travail à la conférence de Berne, 610, 645.
CHUTEAUX. Batterie électro-médicale (P), 524.
CIPRIANI. Moyens de combattre la fumée (P), 532.
CLÉMANDOT. Nécrologie, 690.
COHEN. (Voy. LEROUX.)
COLCOMB. Accélération de la marche des navires (P), 702.
COLLIGNON (Ed.). Distance sphérique de deux points (b. pl.), 289.
COLSON. La photographie sans objectif; rapport de M. DAVANNE, 49. Méd. arg., 387.
COMBE. Régulateur pour becs de gaz (P), 147.
COMBEROUSSE (de). Discours prononcé aux obsèques de M. LECŒUVRE, 601.
CONSTANTIN. Carburateur à air (P), 213.
COQUILLION. Étude d'agriculture (P), 689.
CORNEVIN. Résidus industriels de l'alimentation du bétail (P), 715.
COURANT. Spécialités de médecine vétérinaire (P), 449.
COURAU (J.). Les chemins de l'Algérie (P), 524.
COURTIER. Albums de dessins industriels; rapport de M. G. RICHARD, 641.
COURTONNE. Secretage sans mercure, 693.
COURTOIS (Joseph). Ouvrier (méd. br.), 396.
COUSSINET (Jean-Baptiste). Contremaître (méd. br.), 396.
CROS. Appareil enregistreur (P), 213.
CUÉNIN. Étude d'agriculture (P), 696.
— Reboisements (P), 703.
— Champ d'expériences scolaire (P), 715.
CUSSAC. Nouvelle disposition de vilebrequin (P), 696.

D

DAMOTHE. Isolement des câbles électriques (P), 210.
DARBY. Procédé de carburation de l'acier par M. G. RICHARD (b), 30.
DAUTREC. Remuage mécanique des vins de Champagne (P), 341.
DAVANNE. Projections stéréoscopiques, 27.
— Communications et rapports sur les procédés actuels de la photographie, 45.
DECAUX. Les ennemis du pommier (P), 703.
DECŒUR. Bélier hydraulique, 697.
DEFEZ (E.). Obturateur photographique (P), 703.
DELAURIER (E.). Combinaisons de l'azote (P), 145.
— Navigation aérienne (P), 447.
— Moulin universel (P), 403.
— Note sur le mouvement des aérostats (P), 453.
— Moulin universel (P), 688.
— Pétition à la Chambre au sujet du grisou (P), 715.
DELFOSSE et ZOLLAEYS. Système mécanique (P), 447.
DELPORTE-BAYART et LEMOINE. Étude sur l'agriculture (P), 708.
DELON. Orgue-célesta, de MM. MUSTEL frères, 340.
DEMONTZEY. Rapport sur le prix proposé pour le reboisement des terres incultes, 374.
DENEUVILLE. Pompe d'arrosage (P), 689.
DEPOMMIER. Reboisements (P), 703.
DESBOIS. Ouvrages sur l'agriculture (P), 524.
— Barême agricole (P), 690.
DESBORDES (veuve). Fabrication de jeux (P), 532.
DESNOUS. (Voy. GUITTON.)
DESPRÉS. Bateau de sauvetage (P), 335.
DESPOISSE (Alfred). Lampe à gaz la Rouennaise, 700.
— Extracteur PROST, 720.
DESSOUDEIX. (Voy. LONDE.)
DIDELIN. Appareil à calculer; rapport de M. SEBERT (b), 465.
DIDIER. Étude sur l'inventaire des Sociétés industrielles, rapport de M. GIBON (extr.), 718.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DILLENSEGER. La forêt destructrice de phylloxera (P), 524.
DION. Avertisseur d'incendie (P), 213.
DISCOURT. Fourneau de cuisine (P), 448.
DODGE (Ch.-R.). La ramie, 437.
DOUVILLE (Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.), 396.
DRONIER. Lampe au magnésium, 695.
DRZEWECKI. Théorie du vol (P), 448.
DULCHÉ. Inventions diverses (P), 707.
DUMONT-CATELAIN. Machine à coudre (P), 447.
DUMONT. Moyen d'empêcher les déraillements (P), 688.
DUPUY-MONTBRUN. Culture du maïs (P), 210.
DURANT (L.). (Voy. LENCAUCHEZ.)
DURENNE. Chaudière à vapeur (P), 336.
DUROY DE BRUIGNAC. Coefficients d'aéronautique (P), 708.
DUVERGER. Propulseur pour ballons (P), 708.
DWELSHAUVERS-DÉRY. Le révélateur Donkin, 174.

E

EFFRONT (Dr). Action des acides minéraux dans la saccharification et la distillerie (P), 336, 403.
— Emploi de l'acide fluorhydrique et des fluorures en distillerie ; rapport de M. C. VINCENT, 642.
EIFFEL. Montage de la tour, par M. E. NOUGUIER (b. pl.), 316.
ELOIRE. Agenda agricole (P), 690.
ESCOFFIER. (Voy. BADIN.)

F

FARCOT (J.). Rapport sur la chaudière de M. LE MOAL (pl), 22.
FARGUE (Léon). Vitraux céramiques, 150.
FAUQUET (Alfred). Contremaître (méd. br.), 396.
FÉRAUD. Suspension des véhicules de chemins de fer (P), 695.
FERRIER (François). Ouvrier (méd., br.), 397.
FÉRY D'ESCLANDS. (Voy. DE WOLBOCK.)
FIGUIER (Louis). Merveilles de l'industrie (P), 690.
FILLION (Marie). Rayon vecteur (P), 448.
FINEMAN. Néphoscope, 435.
FOREST. Machine marine (P), 707.
FORSTNER. Reproduction de l'écriture, 445.
FOURET. Rapport sur les comptes de l'exercice de 1889, 12.
— Rapport sur les comptes de 1890 (extr.), 716.
FOURNEAU (Étienne). Ouvrier (méd. br.), 397.
FOURNIER. Moyen d'empêcher les collisions (P), 689.
FRANÇOIS. Boussole à cadran solaire (P), 447.
— Étude sur l'agriculture (P), 708.
FRÉMOT (Ernest). Machine dynamo (P), 689.
FRÉSÉNIUS. Expériences sur le ciment de Portland, 638.
FRICHE (Nicolas). Ouvrier (méd. br.), 397.
FRIED-TOLDT, baron H. JUPTNER et SANDOZ. Étude sur la combustion (P), 708.
FRITSCH (J.) et GUILLEMIN. Traité de la distillation des produits agricoles et industriels; rapport de M. H. MURET, 284. Méd. arg., 387.
FROGER (Jean-Édouard). Ouvrier (méd. br.), 397.

G

GAJUT (Jean). Ouvrier (méd. br.), 397.
GALIBERT. Appareil de secours d'incendies (P), 688.
GAMBARO. Frein automatique, 458.
GANIO (Joseph). Moteur hydraulique (P), 702.
GARÇON (Jules). Blanchiment et teinture (P), 402.
GARNIER. Don du comité d'installation de la classe 53, 688.
GASTINE. Pli cacheté : *Quod faciamus bene*, 689.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GAULEJAC (DE). Gazonnement des terres incultes (P), 449.
GAY (Augustin). Culture de la vigne (P), 715.
GERMAIN (Victor). Signalement des trains (P), 696.
GIANETTO (César). Système d'évaporation (P), 270.
GIBAULT. Épurateur d'eaux (P), 454.
GIBON. Rapport sur la comptabilité industrielle de M. DIDIER (extr.), 718.
GILLON. Obturateur photographique, 348.
GIRARD (A.-Ch.). Alimentation du bétail (P), 715.
GIRARD (Aimé). Rapport sur le prix Fourcade, 358.
GIRARD DE VASSON. Objets en liège aggloméré ; rapport de M. BUNEL, 414. Méd. arg., 387.
GIRAUD (Dr). Poêle thermo-électrique, 334.
GIRAUD (François). Ouvrier (méd. br.), 397.
GODILLE (Paul). L'anthonome du pommier (P), 703.
GOOD (Arthur). Compteur d'énergie, de M. MARÈS, 452.
— Réchaud de M. ALLAIN, 451.
GOSSART (Émile). Analyse des alcools, 711.
GOULIER (colonel). Discours prononcé à ses obsèques par M. PIERRE, 164.
GOUTAILLIER (Claudine). Ouvrière (méd. br.), 398.
GUILLAUMIN. Perfectionnements aux bascules de son invention; rapport de M. PIERRE (b), 286. Méd. or, 383.
GUILLEMIN. (Voy. FRITSCH.)
GUITTON. Moteur aérien de M. DESNOUS (P), 336.
GURY (Paul). Suppression du bouclage dans les attelages (P), 144.

H

HARDY. Nécrologie, 703.
HARRIS (William). Technological dictionary of insurance chemistry, 171.
HEITZ (Nicolas). Contremaître (méd. br.), 398.
HÉNOCQ. Production du feu (P), 532.
HENRIVAUX (Jules). Caisse de prévoyance pour sociétés industrielles (P), 716.
HENRY (Victor). Contremaître, (méd. br.), 398.
HENRY (Louis d'). Nouveaux symboles mathématiques (P), 524.
HENRY (Charles). Olfactomètre, 343.
HÉRISSANT. Étude sur l'anthonome (P), 708.
HERMÉGUY (Dr Félix). Étude sur l'anthonome (P), 708.
HERMITE. Blanchiment électro-chimique, 405.
HÉRODOTE. (Voy. NAULT.)
HEUZÉ (Gustave). La pratique de l'agriculture, 268.
— La petite culture agricole et légumière, 267.
— Rapport sur l'ouvrage d'agriculture de M. H. MARCHAND, 413.
HIRN (Gustave-Adolphe). Notice biographique par M. HIRSCH, 102.
HIRSCH. Rapport sur l'obturateur de vapeur de M. RAFFARD (b), 62.
— Rapport sur l'utilité d'instituer des recherches sous les auspices de la Société, 65.
— Notice biographique sur G.-A. HIRN, 102.
— Rapport sur les titres de M. BEAU DE ROCHAS à un prix spécial des arts mécaniques, 359.
— Rapport sur le système d'épuration des eaux de M. HOWATSON (extr.), 709.
HITIER. Prix d'agriculture ; rapport de M. MÜNTZ, 373.
HOWATSON. Appareil d'épuration et fumivore automatique, rapport de M. HIRSCH (extr.), 709.
HOWE (Henry-Marion). Prix des arts chimiques ; rapport de M. JORDAN, 367.
HUBERT (Auguste). Contremaître (méd. br.), 398.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

I

Imbs. Rapport sur les procédés graphiques de reproduction des tissus de M. Ronsse (extr.), 710.

J

Jacquemin (Georges). Fabrication de l'acide lactique, 263.
Jagnaux. Histoire de la chimie (P), 449.
Jammet (Christophe). Ouvrier (méd. br.), 398.
Jarrow (A.-F.). Chaudières à vent forcé (b), 427.
Jezierski (Louis). Les expositions de l'État; rapport de M. C. Lavollée, 161.
Jordan (S.). Rapport sur le prix proposé pour une publication métallurgique, 367.
Josz. Métallochrôme, 455.
Jouffroy. Étude sur l'agriculture (P), 708.
Julian. Imperméabilisation des tissus (P), 341.
Jumeau. Conservation des pommes de terre (P), 689.
Jungfleisch (E.). Rapport sur les appareils frigorifiques de la Morgue installés par MM. Mignon et Rouart (pl.), 547.
— Sur la production du sulfate de quinine, 604.
Juptner de Jonstorff (Baron H.). Traité de chimie métallurgique, 268.
— Ouvrage sur les machines à feu (P), 702.
— Traité de chimie métallurgique (P), 715.
— (Voy. Fried-Toldt.)

K

Kayser. Ferments des boissons (P), 708.
Killian. Fourneau de cuisine (P), 448.
Kirschner (Auguste). Volant cardeur pour coton et grille perfectionnée; rapport de M. Ed. Simon (pl.), 416.
Knab (Louis). Prix des arts chimiques; rapport de M. A. Carnot, 371.

L

Labiole (Sylvain). Contremaître (méd. br.), 399.
Laboulaye (Mme de). 7e édition du Dictionnaire des arts et manufactures (P), 702.
Laffont (Dr). Le gaz d'eau (P), 341.
Lafitte (Prosper de). Théorie des Sociétés de secours mutuels (P), 145, 686.
Laforet (Simon). Ouvrier (méd. br.), 399.
Landrin. Retaillage des limes par l'électricité. (Voy. Personne.)
Laprévote (Aimée). Ouvrier (méd. br.), 399.
Laurent (Léon). Méthodes pour le contrôle des surfaces optiques (b), 472; rapport de M. Mascart, 470.
Lavastre. Nécrologie, 690.
Lavington Flechter. Explosions de chaudières par manque d'eau, 515.
Lavollée (C.). Rapport sur divers ouvrages relatifs à l'Exposition universelle, 161.
— Rapport sur le tarif des huiles de pétrole, 277.
Léauté. Notice sur Ed. Phillips, 35.
Le Chatelier. Rapport sur le prix proposé pour une étude des produits hydrauliques, 365.
Lechien. Éclairage de sûreté (P), 449.
Lecœuvre. Rapport sur les poulies en papier de M. Burot (b), 461.
— Discours prononcé à ses obsèques par M. Sebert, 597.
— Discours prononcé à ses obsèques par M. de Comberousse, 601.
Le Dantec (l'abbé). Recherches sur la résistance de l'air (P), 695.
— Inventions diverses (P), 453.
Lefebvre. Préservation des pavés de bois (P), 145.
Le Goaziou. Scrutateur électrique, 346.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LEGRAND. Épuration des eaux industrielles (P), 449.
LE MOAL (F.). Chaudière à vapeur; rapport de M. J. FARCOT (pl.), 22.
LEMOINE. (Voy. DELPORTE.).
LENCAUCHEZ (Alex.) et DURANT. Production de la vapeur (b), 558.
LEPEINTRE (Sylvain). Ouvrier (méd. br.), 399.
LEQUIER. Combinaison financière (P), 449.
LEROUX. Foyer fumivore de M. COHEN, 722.
LÉVY (Auguste). Sur la situation actuelle du gaz d'éclairage (b), 241, 298. Méd. com., 390.
LEWES (Vivian B.). Le gaz d'éclairage, 571.
LÉZÉ. Surles falsifications du beurre (P), 703.
LONDE ET DESSOUDEIX. Obturateur photographique ; rapport de M. DAVANNE, 56. Méd. arg., 388.
LONGUEMARE (Mme Vve). (Voy. BROUSSET.)
LORENZI. Feuilles pour la préparation des peaux (P), 210.
LOUIS (H.). Pied à coulisse (P), 689.
LOUVRIÉ (DE). Sur la résistance de l'air (P), 702.
LUYT (Cyrille). Ouvrier (méd. br.), 399.

M

MABYRE. Ouvrage sur la poste et le télégraphe (P), 448.
MAGNIEN. Champs d'expériences (P), 404.
MAHLER. Recherches sur la combustion, 704.
MAISONNEUVE (Dr). Recherches sur l'anthonome (P), 341, 703.
MALLET (A.). Système Compound appliqué aux locomotives, 173.
MALO (Léon). L'Exposition universelle; rapport de M. C. LAVOLLÉE, 161. Méd. arg., 388.
MAMY (H.). Métier à gazer les fils de MM. VILLAIN FILS ET Cie, 149.
MANNESSMANN. Procédé de fabrication des tubes sans soudure par M. G. RICHARD (b), 121.
MANUEL-PÉRIER. Pyrogravure, 705.
MARCHAND (Henri). Ouvrage d'agriculture rapport de M. HEUZÉ, 413. Méd. or, 383.
MARÈS (Étienne). Compteur d'énergie par M. GOOD, 452.
MARGAINE. Décoration des matières céramiques (P), 449.
MASCART. Rapport sur les méthodes de M. L. LAURENT pour le contrôle des surfaces optiques, 470.
MASSON (Joseph). Ouvrier (méd. br.), 399.
MATHIO (Pierre). Ouvrier (méd. br.), 340.
MAYNARD (Jules). Peinture expresse (P), 689.
MÉGISSIER. Serrure perfectionnée; rapport de M. REDIER (extr.), 710.
MÉHEUX. La photographie sans objectif; rapport de M. DAVANNE, 49. Méd. arg., 388.
MÉKARSKI. Méd. com., 390.
MÉLINAT (François). Contremaître (méd. br.), 340.
MENAULT. Prix d'agriculture; rapport de M. RISLER, 380.
MERLAND. Appareil porte-pétards (P), 702.
MIGNON et ROUART. Appareils frigorifiques de la Morgue; rapport de M. JUNGFLEISCH (pl), 547.
MONTRICHARD (de). Pompes à piston captant; rapport de M. A. TRESCA (b.), 93.
MOREAU (Auguste). Méd. com., 390.
MOREAU (Pierre). Ouvrier (méd. br.), 340.
MORET (Émile). Comptabilité, 337.
MORIN. Pli cacheté : régulateur de température, 335.
— Lanterne fumivore (P), 453.
— Procédés concernant l'arithmétique et le dessin (P), 688.
MOTTOT (Denis). Ouvrier (méd. br.), 340.
MOULINE (Eug.). Pains confits (P), 403.
— Pain rationnel (P), 524.
— Pains mixtes (P), 689.
MULLER. Machine à percer (P), 696.
MÜNTZ (A.). Rapport sur le prix proposé sur l'utilisation des tourbes en agriculture, 373.
MURET (Henri). Rapport sur le traité de la distillation des produits industriels et agricoles de MM. FRITSCH et GUILLEMIN, 284.
MUSTEL (frères). Orgue-célesta, 340.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N

Nansouty (Max de). L'année industrielle, 412.
Nault et Hérodote. Machine à voter (P), 210.
Niez (Pierre). Ouvrier (méd. br.), 400.
Nique. Vélocipède nautique (P), 707.
Noel (Arthur). Médaille d'or; rapport de M. Demontzey, 374.
Nouguier (Émile). Montage de la tour Eiffel (b. pl.), 316. Méd. com., 390.

O

Ocagne (Maurice d'). Nomographie, 685.

P

Paquelin (Dr.). Thermo-cautère, 699.
— Éolipyles, chalumeaux, 718.
Paraire. Rendement des machines à vapeur (P), 336.
— Machine à air chaud (P), 454.
— (Voy. Richard.)
Paris (Arthur). Comptabilité (P), 341.
Parville (Henri de). L'exposition universelle; rapport de M. G. Lavollée, 161. Méd. or, 384.
Peligot (Maurice). Expériences sur le frai des monnaies (b), 511.
Pellin (Ph.). Appareil à projections de M. Zahm, 458.
Peltier (Louis-Isidore). Garde, 400.
Petit-Louis. Nouveau propulseur (P), 689.
Petit (Émile). Antheximètre, 273.
Petit (Gustave) et Blanc (Elisée). Carburateur à pétrole (P), 147.
Peraux. Règle à calcul (P), 341.
Personne (Robert), Retaillage des limes par l'électricité; rapport de M. Pierre (b), 220. Méd. arg., 386.
Phillips (Ed.). Notice biographique par M. Léauté, 35.
Piequet. Chimie des teinturiers (P), 690.
Pierre (Colonel). Discours prononcé aux obsèques du colonel Goulier, 164.
Pierre (Colonel). Rapport sur le retaillage des limes par l'électricité de M. Personne (b), 241.
— Rapport sur les perfectionnements des bascules de M. Guillaumin (b), 286.
— Rapport sur la courroie de sûreté de M. Chevillard, 464.
— Rapport sur l'appareil de sondage de M. Belloc (b), 542.
Pion (Ernest). Commerce de la boucherie (P), 147, 265.
Pluyaud (Antoine). Ouvrier (méd. br.), 400.
Pouget (Antoine-Léopold). Ouvrier (méd. br.), 401.
Poyen (Louis). Ouvrier (méd. br.), 401.
Président de la Société marseillaise des ateliers d'aveugles, concours pour le prix d'Aboville, 449.
Président. Allocution, 716.
Prillieux. Rapport sur le prix proposé pour la conservation des pommes de terre, 376.
Prost. (Voy. Despoisse.)
Prud'homme. Étude d'agriculture (P), 703.
Prunier. Rapport sur le poêle de M. J. Baylac (b), 217.

R

Raffard (J.). Obturateur de vapeur; rapport de M. Hirsch (b), 62. Méd. or, 384.
Ravaz. Adaptation des vignes au sol (P), 145.
Raveaud. Sondages (P), 708.
Redier. Rapport sur la serrure de M. Mégissier (extr.), 710.
— Rapport sur le tour d'horlogerie de M. J. de Chabaud-Latour (extr.), 710.
Reh (Franz). Traité du tissage mécanique traduit par M. André Simon et édité par M. Ed. Rousset; rapport de M. Ed. Simon, 98.
Renaud. Programme d'apprentissage de la lithographie (P), 145.
— Enseignement de la lithographie (P), 449.
Renodier fils. Ciment et plâtre pour moulages (P), 144.
Reuge. Pompe centrifuge (P), 213.
Révérend (Louis). Contremaître (méd. br.), 401.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Revin. Plan incliné pour Panama (P), 403.
— Métropolitain de Paris (P), 448.
— Projet de plan incliné (P), 688.
Richard (Gustave). Procédé de carburation de l'acier de Darby (b), 30.
— Fabrication des tubes sans soudure par le procédé Mannessmann (b), 121.
— Rapport sur les albums de dessins industriels de M. Courtier, 641.
Richard. Moyen d'empêcher les fraudes dans les produits solides et liquides (P), 336.
Richard (Louis). Contremaître (méd. br.), 401.
Richard et Paraire. Avertisseur d'insuffisance de tirage (P), 525.
Riche. Vaseline et pétréoline, 83.
Risler. Rapport sur le prix proposé pour une étude d'économie rurale, 380.
Robert-Pernet (René). Signal d'alarme (P), 707.
Roland. Transformation des têtes de siphon (P), 688.
Rolin-Julien. Appareil de chauffage (P), 524.
Ronsse. Appareils graphiques pour reproduire les tissus; rapport de M. Imbs (extr.), 710.
Roth. Perforateur (P), 524.
Rouart. (Voy. Mignon.)
Rousseau. Guide du reboisement (P), 449.
Rousselle. Rapport sur le régulateur de touches de piano de M. Barrouin, 556.
Rousset (Edmond). (Voy. Franz Reh.)
Roy (Gustave). Reliquat de la classe 75 à l'Exposition de 1886 pour fonder un prix, 404.
Runkel (Marc). Conservation de la pomme de terre (P), 213.

S

Saint-Ange Vivier. Porte roulante; rapport de M. Appert (b), 151. Méd. br., 390.
Saint-Denis. Essoreuse (P), 702.
Samain. Moteur hydraulique (P), 403.
— Appareils hydrauliques, 526.
Sandoz. (Voy. Fried-Toldt.)
Sauvage. Couveuse artificielle (P), 689.
Sauvage (E.). Unification des filetages, 692.
Sauvageot. Palier à coussinets roulants (P), 447.
Schlumberger. Pli cacheté. Papier et impression pour valeurs fiduciaires, 336.
Schmidt. Chronomètre, 150.
— Aération des salles (P), 696.
Schribaux. Prix d'agriculture; rapport de M. Prillieux, 376.
Sebert (général). Rapport sur l'appareil à calculer de M. Didelin (b), 465.
— Discours prononcé aux obsèques de M. Lecœuvre, 597.
Secrétand (Jules). Charrue (P), 703.
Sellers (William). Machine à raboter (P), 708.
Serrant (Émile). Augmentation de rendement de diverses cultures (P), 696.
Serrin (V.). Balance à pesées rapides, 453.
Serullas. Note sur la reconstitution des plants de gutta-percha (P), 145.
Simon (André). (Voy. Franz Reh.)
— Méd. arg., 388.
Simon (Ed.). Rapport sur le traité de tissage mécanique de Franz Réh, 98.
— Rapport sur le volant cardeur et la grille perfectionnée de M. A. Kirschner (pl.), 416.
— Rapport sur la machine à gazer les fils de MM. Villain fils et Cie (pl.), 537.
Sizeranne (Maurice de la). Concours pour le prix d'Aboville, 449.
Soligmac. Industrie de l'air comprimé, 339.
Solvay (Ernest). Grande médaille des arts chimiques; rapport de M. Troost, 353.
Sorel (E.). Rectification de l'alcool (b), 225.
Souquelle. Appareil pour produire l'alcool (P), 337.

T

Tabouret (Adolphe). Pétrin mécanique (P), 144.
Tabouriech (l'abbé). Pli cacheté et système de moulin à vent (P), 147.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABOURIECH (l'abbé). Plis cachetés : concernant les becs de gaz et les urinoirs publics, 270.
— Pli cacheté : description de la nouvelle ceinture de Paris, 335.
TATIN (Victor). Locomotion aérienne (P), 702.
TERRAULT (Louis). Ouvrier (méd. br.), 402.
THEUREAU. Appareil à percer les métaux; rapport de M. TRESCA (b), 158. Méd. arg., 388.
THOMAS (Achille). Gaz d'éclairage comprimé comme moteur (P), 403.
THOMMEREL. Moteur (P), 707.
TIGNAT. Nouveau style de meubles (P), 147.
TISSANDIER (Gaston). La photographie en ballon ; rapport de M. DAVANNE, 51. Méd. arg., 389.
TISSERAND (Auguste). Ouvrier (méd.) br., 402.
TONDEUR. Papiers et glaces au gélatino-chlorure d'argent ; rapport de M. DAVANNE, 59. Méd. br., 390.
TRESCA (A.). Rapport sur le robinet à repoussoir de M. CHASTEL (b), 25.
— Rapport sur les pompes à pistons captant de M. de MONTRICHARD (b), 93.
— Rapport sur l'appareil à percer les métaux de M. THEUREAU (b), 158.
TRICOTEL. Appareil d'aviation (P), 341.
TRIDARD. Machine à imprimer et à plier les brochures (P), 688.
TROOST (L.). Discours prononcé à la séance générale du 22 mai 1891, 350.
— Rapport sur les titres de M. ERNEST SOLVAY à la grande médaille des arts chimiques, 353.

V

VACHER (Marcel). Cachexie chez les bovins, 171.
VACHERET. Problème social (P), 689.
VASSILIEF. Fonçage des puits de naphte, 257.
VERBECQ. Prix Fourcade ; rapport de M. AIMÉ GIRARD, 358.
VERDIER (F.). (Voy. CHEMIN.)
VESSÉLOWSKY. L'Économiste russe (P), 145.
VICTOR (Oscar). Engrenages à diamètres variables (P), 702.
VILLAIN (fils et Cie). Machine à gazer les fils ; rapport de M. SIMON (pl.), 537.
VINCENT (Camille). Rapport sur l'emploi de l'acide fluorhydrique et des fluorures en distillerie, par le Dr EFFRONT, 642.
VINCENT (Alexandre). Contremaître (méd. br.), 401.
VINCENT (Hippolyte). Contremaître (méd. br.), 402.
VITI-VERNAY. Régénération de la vigne (P), 524.
VOIRIN. Machine à imprimer en taille-douce (P), 447.
VOISIN (Auguste). Ouvrier (méd. br.), 402.
VUAILLET. Appareil pour mesurer le travail agricole (P), 703.

W

WIBORGH (J.). Calorimètre pour les combustibles (P), 702.
WITZ (Aimé). Moteurs à gaz de grande puissance, 69. Méd. com., 390.
WOLBOCK (de). Agriculture de Kercado-Kerdrowras, étude de M. FÉRY D'ESCLANDS (P), 145.

X

X. Pli cacheté sur la calorimétrie, 689.

Z

ZAHM (J.-A. (Voy. PELLIN.)
ZOLLAEYS. (Voy. DELFOSSE.)
ZUNE. Analyse des beurres (P), 524.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

ET

ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA QUATRE-VINGT-DIXIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(*Quatrième série. — Tome VI*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation).

A

Accidents du travail. Congrès international tenu à Berne, 523.

— Rapport de M. CHEYSSON à la conférence de Berne, 610, 645.

Accumulateur Œrlikon, 444.

Acide lactique. Sa fabrication industrielle, par M. G. JACQUEMIN, 263.

Acier. Procédé de carburation direct de DARBY, par M. G. RICHARD (b), 30.

Agriculture. Utilisation des laitiers de déphosphoration par M. CAMPREDON, 74.

— Ouvrage de M. H. MARCHAND; rapport de M. HEUZÉ, 413.

— Ouvrages divers, par M. HEUZÉ, 267, 268.

Air comprimé. Son industrie, par M. SOLIGNAC, 339.

Alcools. Leur rectification, par M. SOREL (b), 225.

— Leur analyse, par M. GOSSART, 711.

Allocution du Président, 716.

Aluminium. Ses alliages industriels, 595.

Appareil à percer les métaux, par M. THEUREAU; rapport de M. A. TRESCA (b), 158.

— de projections de M. ZAHM par M. PELLIN, 458.

Appareils hydrauliques, par M. SAMAIN, 526.

— de sondage de M. BELLOC, 456; rapport de M. PIERRE (b), 542.

Appareils frigorifiques installés à la Morgue par MM. MIGNON et ROUART; rapport de M. JUNGFLEISCH (pl), 547.

Antheximètre, par M. É. PETIT, 273.

Avertisseur d'insuffisance de tirage, par MM. RICHARD et PARAIRE, 525.

B

Balance à pesées rapides par M. SERRIN, 453.

Ballon. La photographie en —, par M. TISSANDIER, rapport de M. DAVANNE, 51.

Bascules de M. GUILLAUMIN; rapport de M. PIERRE (b), 286.

Bélier hydraulique, par M. DECŒUR, 697.

Bibliographie. Publications périodiques, 141.

— Technological dictionary of insurance chemistry, par WILLIAM HARRIS, 171.

— Hématurie et cachexie des bovins, par MARCEL VACHER, 171.

— La houille et ses dérivés, par CHEMIN et VERDIER, 172.

— L'année industrielle, par M. MAX DE NANSOUTY, 412.

— Système compound appliqué aux locomotives, par A. MALLET, 173.

— Le révélateur Donkin par DWELSHAUVERS-DÉRY, 174.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie. Le commerce de la boucherie, par M. PION, 265.
— Les sciences expérimentales, par O. BADOUREAU, 267.
— La petite culture agricole et légumière, par G. HEUZÉ, 267.
— Pratique de l'agriculture, par G. HEUZÉ, 268.
— Chimie métallurgique, par JUPTNER DE JONSTORFF, 268.
— Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1891, 269.
— La cavalerie des armées, par AUREGGIO, 270.
— Nomographie, par M. D'OCAGNE, 685.
— Théorie rationnelle des Sociétés de secours mutuels, par M. P. DE LAFITTE, 686.
Biographie. Notice sur G.-A. HIRN, par M. HIRSCH, 102.
— Notice sur Ed. PHILLIPS, par M. LEAUTÉ, 35.
Blanchiment électro-chimique, par M. HERMITE, 405.
Brevets d'invention. Conférence de M. J. ARMENGAUD jeune (pl), 621.

C

Calculateur de M. DIDELIN; rapport de M. SEBERT (b), 465.
Calendres chaudes. (Voy. *Papier.*)
Carburation directe de l'acier, procédé DARBY, par M. G. RICHARD (b), 30.
Chalumeaux, par le Dr PAQUELIN, 718.
Chaudière de M. LE MOAL; rapport de M. J. FARCOT (pl.), 22.
Chaudières à vent forcé de M. JARROW (b), 427.
— Expériences sur les explosions par manque d'eau, par M. LAVINGTON FLETCHER, 515.
Chauffage au pétrole, par M. BROUSSET, 694.
Chronomètre par M. SCHMIDT, 150.
Ciment de Portland; expériences par M. FRÉSÉNIUS, 638.
Combustibles. Détermination de leur puissance calorifique, par M. MAHLER, 704.
Comptabilité industrielle, par M. DIDIER; rapport de M. GIBON (extr.), 718.
Compteur d'énergie électrique de M. MARÈS, par M. GOOD, 452.
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires honoraires et correspondants du conseil de la Société, 3.
Courroie de sûreté de M. CHEVILLARD; rapport de M. PIERRE, 464.

D

Dessins industriels. Albums de M. COURTIER; rapport de M. G. RICHARD, 641.
Déphosphoration. Utilisation des laitiers de — en agriculture, par M. CAMPREDON, 74.
Discours de M. TROOST, vice-président de la Société, 350.
Distance sphérique de deux points géographiques par M. COLLIGNON (b. pl.), 289.
Distillation des produits agricoles et industriels par M. FRITSCH et GUILLEMIN; rapport de M. MURET, 284.
Distillerie. Emploi de l'acide fluorhydrique et des fluorures, par M. le Dr EFFRONT; rapport de M. C. VINCENT, 642.

E

Eaux. Système d'épuration, par M. HOWATSON; rapport de M. HIRSCH (extr.), 709.
Éclairage de la Bibliothèque nationale, 446.
— Au gaz; sa situation, par M. A. LÉVY (b), 241, 298.
École des Arts et Métiers de Montréal au Canada, 88.
Écriture. Sa reproduction, par M. FORSTNER, 445.
Élections du bureau pour 1892, 724.
Électricité. Retaillage des limes par M. PERSONNE; rapport de M. PIERRE (b), 220.
— Scrutateur par M. LE GOAZIOU, 346.
— Blanchiment électro-chimique, par M. HERMITE, 405.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Électricité. Éclairage de la Bibliothèque nationale, 446.
— Compteur d'énergie de M. MARÈS, par M. GOOD, 452.
— Accumulateur OErlikon, 444.
— en Allemagne, 522.
Embrayage élastique de M. BRANCHER; rapport de M. BRÜLL (ex), 339.
Éolipyles, par M. le Dr PAQUELIN, 718.
Épuration des eaux; par M. HOWATSON; rapport de M. HIRSCH (extr.), 709.
État financier. Rapport de M. FOURET sur les comptes de l'exercice 1889, 12.
— Rapport de M. FOURET, sur les comptes de l'exercice de 1891 (extr.), 716.
— Rapport de M. BORDET, sur l'examen des comptes de 1889, 20.
— Rapport de M. BORDET, sur l'examen des comptes de 1891 (extr.), 716.
Explosions de chaudières par manque d'eau, par M. LAVINGTON FLECHTER, 515.
Exposition universelle. Notices diverses; rapport de M. C. LAVOLLÉE, 161.
Extracteur Prost, par M. DESPOISSE, 720.

F

Filetages. Leur unification, par M. SAUVAGE, 692.
Filtre à nettoyage mécanique, par O. ANDRÉ, 275.
Fluorures et acide fluorhydrique; leur emploi en distillerie, par le Dr EFFRONT; rapport de M. C. VINCENT, 642.
Foyer fumivore de M. COHEN, par M. LEROUX, 722.
Frai des monnaies, par M.M. PELIGOT (b), 511.
Frein automatique, par M. GAMBARO, 458.
Froid. Appareils installés à la Morgue par MM. MIGNON et ROUART; rapport de M. JUNGFLEISCH (pl.), 547.
Fumée. Utilisation des produits extraits de la —, 333.

G

Gaz. Sa situation au point de vue de l'éclairage, de la ventilation et de la photométrie, par M. A. LÉVY (b), 241, 298.
— d'éclairage, par M. V. LEWES, 571.
Glaces et papiers en gélatino-chlorure d'argent de M. TONDEUR; rapport de M. DAVANNE, 59.
Grille perfectionnée. (Voy. *Volant cardeur.*)

H

Habitations ouvrières, par M. E. CACHEUX, 408.
Horlogerie. Tour de M. J. DE CHABAUD-LATOUR; rapport de M. REDIER (extr.), 710.
Hydraulique. Appareils divers, par M. SAMAIN, 526.

L

Laitiers de déphosphoration, par M. CAMPREDON, 74.
Lampe à gaz la *Rouennaise*, par M. DESPOISSE, 700.
— au magnésium, par M. DRONIER, 695.
Liège aggloméré de M. GIRARD DE VASSON; rapport de M. BUNEL, 414.
Limes. Retaillage au moyen de l'électricité par M. PERSONNE; rapport de M. PIERRE (b), 220.

M

Machine à gazer les fils de MM. VILLAIN FILS ET Cie; rapport de M. SIMON (pl.), 537.
Magnésium. Lampe au —, par M. DRONIER.
Médaille (grande) des arts chimiques; rapport de M. TROOST, 353.
Médailles. Liste des — décernées aux inventeurs, 382.
— Liste des — décernées aux contremaîtres et ouvriers, 391.
— commémoratives, 390.
Métallochrome par M. JOSZ, 455.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Métier à gazer les fils de MM. VILLAIN FILS ET Cie, par M. MAMY, 149.
Monnaies. Expériences sur le frai, par M.M. PELIGOT (b), 511.
Moteurs à gaz de grande puissance, par M. WITZ, 69.

N

Naphte. Fonçage des puits de —, par M. VASSILIEF, 257.
Nécrologie. Discours prononcé aux obsèques du colonel GOULIER, par M. PIERRE, 164.
— Discours de M. SEBERT aux obsèques de M. LECŒUVRE, 597.
— Discours de M. DE COMBEROUSSE aux obsèques de M. LECŒUVRE, 601.
— M. Edmond BECQUEREL, 350.
— M. Auguste CAHOURS, 351.
— M. CLEMANDOT, 690.
— M. LAVASTRE, 690.
— M. HARDY, 703.
Néphoscope de FINEMAN, 445.

O

Obturateur photographique, par M. GILLON, 348.
— photographique de MM. LONDE et DESSOUDEIX ; rapport de M. DAVANNE, 56.
— de vapeur de M. RAFFARD; rapport de M. HIRSCH (b), 62.
Olfactomètre, par M. CH. HENRY, 343.
Optique. Méthodes pour le contrôle des surfaces par M. L. LAURENT (b), 472; rapport de M. MASCART, 470.
Orgue-célesta de MM. MUSTEL, 340.

P

Papier. Lissage du — et calendres chaudes, 89.
— Au gélatino-chlorure d'argent. (Voy. *Glaces*.)
Pétréoline. (Voy. *Vaseline*.)
Pétrole. Rapport sur le tarif de l'huile de —, par M. LAVOLLÉE, 277.
— Chauffage au —, par M. BROUSSET, 694.
Photographie. Obturateur, par M. GILLON, 348.
— Communications et rapports sur les procédés actuels, par M. DAVANNE, 45.
— sans objectif de M. MÉHEUX et de M. COLSON; rapport de M. DAVANNE, 49.
— en ballon, par M. TISSANDIER; rapport de M. DAVANNE, 51.
— Obturateur de MM. LONDE et DESSOUDEIX; rapport de M. DAVANNE, 56.
— Glaces et papiers au gélatino-chlorure d'argent, par M. TONDEUR; rapport de M. DAVANNE, 59.
— instantanée et céleste, par M. DAVANNE, 59.
— Projections stéréoscopiques, par M. DAVANNE, 27.
Photométrie. Situation du gaz au point de vue de la —, par M. A. LEVY (b), 241, 398.
Pianinette, par MM. BONY frères, 276.
Piano. Régulateur de touches de piano, par M. BARROUIN; rapport de M. ROUSSELLE, 556.
Poêle de M. J. BAYLAC; rapport de M. PRUNIER (b), 217.
— thermo-électrique, par le Dr GIRAUD, 334.
Pompes à piston captant de M. DE MONTRICHARD; rapport de M. A. TRESCA (b), 93.
Ponts démontables de M. TH. DE BROCHOCKI, 529, 534.
Portes roulantes, par M. SAINT-ANGE VIVIER et par MM. BRICARD frères; rapport de M. L. APPERT (b), 151.
Poulies en papier de M. BUROT; rapport de M. LECŒUVRE, (b), 461.
Prix Fourcade; rapport de M. AIMÉ GIRARD, 358.
— des arts mécaniques; rapport de M. HIRSCH, 359.
— des arts chimiques; rapport de M. LE CHATELIER, 365.
— des arts chimiques; rapport de M. JORDAN, 367.
— des arts chimiques; rapport de M. A. CARNOT, 371.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prix d'agriculture; rapport de M. Müntz, 373.
— d'agriculture; rapport de M. Demontzey, 374.
— d'agriculture; rapport de M. Prillieux, 376.
— d'agriculture; rapport de M. Risler, 380.
Procédé Mannessmann pour la fabrication des tubes sans soudure, par M. G. Richard (b), 121.
Procès-Verbaux. Séance du 9 janvier 1891, 144. — Séance du 23 janvier, 147. Séance du 13 février, 210. — Séance du 27 février, 213. — Séance du 13 mars, 270. — Séance du 10 avril, 335. — Séance du 24 avril, 341. — Séance du 8 mai, 402. — Séance générale du 22 mai, 411. — Séance du 12 juin, 447. — Séance du 26 juin, 453. — Séance du 10 juillet, 524. — Séance du 24 juillet, 532. — Séance du 23 octobre, 688. — Séance du 13 novembre, 695. — Séance du 27 novembre, 702. — Séance générale du 14 décembre, 707. — Séance générale du 23 décembre, 715.
Programme des prix proposés par la Société, 174.
Projections stéréoscopiques, par M. Davanne, 27.
Puissance calorifique des combustibles, par M. Mahler, 704.
Puits de naphte, leur fonçage, par M. Vassilief, 257.
Pyrogravure, par M. Manuel-Périer, 705.

Q

Quinine. Sur la production du sulfate de quinine, par M. Jungfleisch, 604.

R

Ramie. Son industrie, par M. Dodge, 437.
Réchaud de M. Allain, par M. Good, 451.
Recherches. Sur l'utilité d'instituer des — sous les auspices de la Société; rapport de M. Hirsch, 65.
Rectification de l'alcool, par M. Sorel (b), 225.
Régulateur de résistance de touches de piano, par M. Barrouin; rapport de M. Rousselle, 556.
Retaillage des limes par l'électricité, par M. Personne; rapport de M. Pierre (b), 220.
Robinet à repoussoir de M. E. Chastel; rapport de M. A. Tresca (b), 25.

S

Scrutateur électrique, par M. Le Goaziou, 346.
Scrutin pour l'élection du bureau, 715, 724.
Séance générale du 22 mai 1891, 349.
Séances du Conseil d'administration. (Voy. *Procès-Verbaux*.)
Secretage sans mercure, par M. Courtonne, 693.
— Par M. Burg, 696.
Serrure de M. Mégissier; rapport de M. Redier (extr.), 710.
Sondages. Appareil portatif de M. Belloc, 456; rapport de M. Pierre (b), 547.
Soudure du verre et de la porcelaine avec les métaux, par M. Cailletet, 165.
Statistique industrielle en Italie, par M. Bodio, 419.
Sucre. Sa production en Russie, 166.

T

Tarif de l'huile de pétrole; rapport de M. Lavollée, 277.
Thermo-cautère, par le M. Dr Paquelin, 699.
Tirage. Avertisseur d'insuffisance de tirage, par MM. Richard et Paraire, 525.
Tissage mécanique. Traité de M. Franz Reh; rapport de M. Ed Simon, 98.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tissus. Procédés graphiques de reproduction des —, par M. RONSSE; rapport de M. IMBS (extr.), 710.
Tour d'horlogerie, par M. J. CHABAUD-LATOUR; rapport de M. REDIER (extr.), 710.
Tour Eiffel. Son montage, par M. E. NOUGUIER (b. pl.), 316.
Treuil de 5 tonnes pour fonderie, 332.
Tubes sans soudure du procédé MANNESSMANN, par M. G. RICHARD (b), 121.
Tuyaux en verre, leur moulage, par M. L. APPERT (pl), 114.

V

Vapeur. Sa production et son emploi, MM. LENCAUCHEZ et DURANT (b), 558.
Vaseline et pétréoline, par M. RICHE, 83.
Ventilation. Situation du gaz au point de vue de la —, par M. A. LÉVY (b), 241, 298.
Verre. Moulage des tuyaux en —, par M. L. APPERT (pl), 114.
Vitraux céramiques, par M. FARGUE, 150.
Volant cardeur et grille perfectionnée de M. A. KIRSCHNER; rapport de M. SIMON (pl), 416.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS

PLANCHES

		Pages.
Pl. 58, *simple.*	Chaudière Le Moal.	24
Pl. 59, *triple.*	Machine à mouler les tuyaux de verre de M. L. Appert.	116
Pl. 60, *double.*	Tableau graphique pour le calcul de la distance sphérique de deux points, par M. Ed. Collignon.	297
Pl. 61, *double.*	Tableau graphique pour trouver la distance sphérique de deux points, par M. Ed. Collignon	296
Pl. 62, *double.*	Projet primitif de la tour de 300 mètres et diagramme de la tour exécutée	316
Pl. 63, *double.*	Échafaudages de la tour de 300 mètres.	320
Pl. 64, *simple.*	Tour de 300 mètres.	332
Pl. 65, *simple.*	Volant cardeur pour coton, de M. A. Kirschner	419
Pl. 66, *simple.*	Machine à gazer les fils, de MM. Villain fils et C^{ie}.	542
Pl. 67, *double.*	Appareils réfrigérants de la Morgue de Paris	554
Pl. 68, *triple.*	*Idem*	554
Pl. 69, *double.*	Tableau graphique indiquant la marche des brevets..	629

DESSINS

Robinet à repoussoir de M. E. Chastel. — 1 figure 26
Fabrication de l'acier pour le procédé Darby. — 6 figures. 30
Obturateur de vapeur de M. Raffard. — 1 figure 64
Pompe à piston captant de M. de Montrichard. — 3 figures. 94
Fabrication des tubes sans soudures, par le procédé Mannessmann. — 29 figures. 123
Portes roulantes de MM. Bricard frères et de M. Saint-Ange Vivier. — 4 figures. 154
Appareils à percer les métaux de M. Theureau. — 3 figures. 159
Poële de M. J. Baylac. — 2 figures. 218
Retaillage des limes par l'électricité. — 1 figure. 223
Rectification de l'alcool, par M. Sorel. — 6 figures. 227
Appareils à gaz d'éclairage. — 32 figures 244-302
Bascule Guillaumin. — 2 figures. 287
Distance sphérique de deux points. — 7 figures 292

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Montage de la tour Eiffel. — 5 figures. 319
Chaudières à vent forcé. — 20 figures. 423
Poulies en papier de M. Burot. — 4 figures 462
Calculateur Didelin. — 1 figure 466
Appareils de M. L. Laurent pour le contrôle des surfaces optiques. — 40 figures. 474
Expériences sur le frai des monnaies. — 1 figure 512
Sondeur Belloc. — 1 figure 543
Production de la vapeur d'eau. — 5 figures 562
Propriété des alliages. — 13 figures 669

Paris. — Typ. Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Peres. — 28186.

48p

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires