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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1894. 93e année. 4e série, tome 9

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 19e siècle
Description : 990 p. : ill., pl. 96-101 ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1894
Cote de l'exemplaire : BSPI.93

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.93

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

BSDJ 93

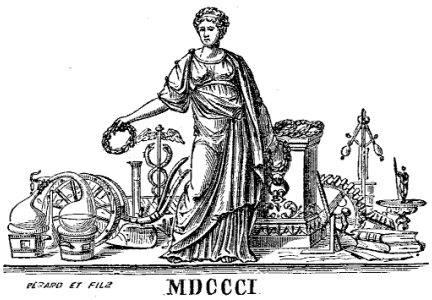
PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. ED. COLLIGNON & AIMÉ GIRARD

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME IX. — 1894

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



BIBLIOTHÈQUE DES FINANCES

PARIS

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, RUE DE RENNES, 44

—

1894

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

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. JANVIER 1894.

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 22 DÉCEMBRE 1893 POUR L'ANNÉE 1894

BUREAU.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

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

Vice-présidents.

1876. — PIERRE (A.-C.-P.) (C. ✲), colonel d'artillerie en retraite, rue de Varenne, 14.
1876. — DAVANNE (O. ✲), président du Comité d'administration de la Société française de photographie, rue des Petits-Champs, 82.
1883. — MASCART (C. ✲), membre de l'Institut, professeur au Collège de France, directeur du Bureau central météorologique, rue de l'Université, 176.
1869. — ROY (G.) (C. ✲), ancien président de la Chambre de commerce de Paris, membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue de Tilsitt, 12.

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, boulevard Henri IV, 44.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Trésorier.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✲), boulevard Haussmann, 77.

Censeurs.

1864. — LEGRAND (Al.), vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, rue Bel-Respiro, 11.

1884. — BORDET, inspecteur des finances, administrateur des forges de Châtillon et Commentry, boulevard Saint-Germain, 181.

Commission des fonds.

1884. — BORDET, inspecteur des finances, administrateur des forges de Châtillon et Commentry, boulevard Saint-Germain, 181.

1864. — LEGRAND (Al.), vice-secrétaire de la Société des amis des sciences, rue Bel-Respiro, 11.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (✲), boulevard Haussmann, 77.

1876. — BISCHOFFSHEIM (✲), membre de l'Institut, rue Taitbout, 3.

1887. — PEREIRE (Henry), ingénieur des arts et manufactures, boulevard de Courcelles, 33.

1888. — FOURET, examinateur d'admission à l'École polytechnique, rue Washington, 16.

1891. — D'EICHTHAL (Eug.), administrateur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, boulevard Malesherbes, 144.

1892. — HEURTEAU (O. ✲), ingénieur en chef des mines, directeur de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, rue de Clichy, 17.

1892. — BILLOTTE (✲), secrétaire général de la Banque de France, rue de la Vrillière, 1.

1893. — DAUBRÉE (Lucien) (O. ✲), directeur des forêts, avenue Duquesne, 26.

Comité des arts mécaniques.

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

1876. — PIERRE (A.-C.-P.) (C. ✲), colonel d'artillerie en retraite, rue de Varenne, 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. — 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.) (✲), ingénieur, professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'École centrale des arts et manufactures, rue Saint-Lazare, 94.

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, avenue du Trocadéro, 15.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1884. — Brüll (✲), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Malesherbes, 117.
1885. — Tresca (Alfred) (✲), professeur à l'École centrale des arts et manufactures et à l'Institut national agronomique, rue Turbigo, 57.
1886. — Hirsch (✲), ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'École des ponts et chaussées et au Conservatoire des arts et métiers, rue Castiglione, 1.
1889. — Lemonnier (✲), ingénieur, rue de Rivoli, 194.
1890. — Bienaymé (C. ✲), directeur des constructions navales, rue de Rennes, 74.
1891. — Richard (Gustave) (✲), ingénieur civil des mines, rue Lecourbe, 242.
1891. — Imbs (✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Meissonier, 6.
1891. — Sauvage, ingénieur des mines, professeur à l'École des mines, rue Chaptal, 4.
1893. — Flamand (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, avenue de Villiers, 76.

Comité des arts chimiques.

1872. — Troost (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, rue Bonaparte, 84.
1862. — De Luynes (Victor) (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue de Bagneux, 16.
1876. — Schutzenberger (P.) (O. ✲), professeur au Collège de France, membre de l'Académie de médecine, rue Séguier, 18.
1876. — Girard (Aimé) (O. ✲), professeur au Conservatoire des arts et métiers, 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) (O. ✲), 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 Meissonier, 8.
1885. — Poirrier (✲), sénateur, ancien président de la Chambre de commerce, rue Lafayette, 105.
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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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.

1876. — SEBERT (général H.) (C. ✲), administrateur des forges et chantiers de la Méditerranée, rue Brémoutier, 14.
1861. — LE ROUX (F.-P.) (✲), professeur à l'École de pharmacie, boulevard Montparnasse, 120.
1866. — BOUILHET (Henri) (O. ✲), ingénieur-manufacturier, rue de Bondy, 56.
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.
1883. — BARDY (✲), directeur du laboratoire central des contributions indirectes, rue du Général-Foy, 32.
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, boulevard Saint-Germain, 21.
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, boulevard Malesherbes, 66.
1891. — ROUART (Henri) (O. ✲), ingénieur-constructeur, boulevard Voltaire, 137.
1893. — FONTAINE (O. ✲), ingénieur civil, rue Saint-Georges, 52.

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.
1866. — HEUZÉ (G.) (O. ✲), inspecteur général honoraire de l'agriculture, rue Berthier, 27, 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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1880. — RONNA (C. ✲), ingénieur civil, membre du Conseil supérieur de l'agriculture, avenue du Trocadéro, 19.
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 (O. ✲), président honoraire de la Chambre syndicale des ingénieurs constructeurs-mécaniciens, avenue Marceau, 72.
1889. — DEMONTZEY (O. ✲), inspecteur général des eaux et forêts, à Aix,-en-Provence.
1889. — KRANTZ (✲), député, boulevard Saint-Germain, 226.
1893. — CORNU (Maxime) (✲), professeur de culture au Muséum d'histoire naturelle, rue Cuvier, 27.

Comité des constructions et des beaux-arts.

1879. — ROSSIGNEUX (Ch.) (✲), architecte, quai d'Anjou, 23.
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. — 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 en retraite, rue Scribe, 3.
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.
1885. — DE ROMILLY (Félix), ancien président de la Société française de physique, avenue Montaigne, 25.
1885. — APPERT (Léon) (O. ✲), ingénieur-verrier, rue de Londres, 50.
1887. — PLON (E.) (✲), imprimeur-éditeur, rue Garancière, 8.
1892. — FROMENT-MEURICE, fabricant d'orfèvrerie, rue Saint-Honoré, 372.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comité du commerce.

Année de l'entrée au Conseil.

1856. — Block (Maurice) (✲), membre de l'Institut, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil.
1858. — Rondot (Natalis) (C. ✲), ancien délégué de la Chambre de commerce de Lyon, rue Saint-Joseph, 20, à Lyon.
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, rue de Tilsitt, 12.
1873. — Magnier (E.) (✲), négociant, rue de l'Arcade, 16.
1887. — Cheysson (O. ✲), inspecteur général des ponts et chaussées, boulevard Saint-Germain, 115.
1890. — Gibon (✲), ancien directeur des usines de Commentry, rue de Grenelle, 42.
1892. — Grüner (E.), ingénieur civil, secrétaire du comité central des Houillères de France, rue Férou, 6.

MEMBRES HONORAIRES.

1856. — Trélat (Émile) (O. ✲), architecte, professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Montparnasse, 136.

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des arts mécaniques.

Correspondants français.

Buffaud, mécanicien-constructeur, chemin de Barraban, 27, à Lyon.
De Quillacq, constructeur-mécanicien, à Anzin (Nord).
Petit (Émile), ingénieur civil, château de Suduirant (Gironde).
Jarre, directeur des usines d'Ornans (Doubs).
Bietrix, directeur de l'usine de la Chaléassière, à Saint-Étienne (Loire).
Buxtorf, mécanicien à Troyes (Aube).
Cadiat, directeur des établissements de constructions mécaniques Mouraille et Cie, à Toulon (Var).
Witz (Aimé), docteur ès sciences, ingénieur des arts et manufactures, rue d'Antin, 26, à Lille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Correspondants étrangers.

CHAPMAN (Henry), ingénieur-conseil, Victoria Street, 69, Westminster (S. W.), à Londres.
SELLERS (W.), constructeur-mécanicien, à Philadelphie (États-Unis).
LLAURADO, ingénieur en chef des forêts d'Espagne, à Madrid.
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.
BOIRE (Émile), administrateur des sucreries de Bourdon (Puy-de-Dôme).
PETITPONT (Gustave), manufacturier, à Choisy-le-Roi.
DARBLAY, manufacturier, à Essonnes (Seine-et-Oise).
SCHNEIDER, maître de forges, au Creusot (Saône-et-Loire).
GILLET (François), teinturier à Lyon.

Correspondants étrangers.

ABEL (Frédéric-Auguste), président de la commission gouvernementale des explosifs Cadogan place, 40, à Londres.
BESSEMER (sir Henry), à Londres.
DIDIERJEAN (comte), directeur général de la Compagnie des cristalleries de Saint-Louis, à Münzthal-Saint-Louis (Lorraine).
LOWTHIAN BELL, chimiste-manufacturier, à Rounton-Grange, Northallerton (Angleterre).
SOLVAY, fabricant de produits chimiques, à Bruxelles.
CANIZZARO, professeur à l'Université de Rome.
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).
DE CHARDONNET, ancien élève de l'École polytechnique, rue Cambon, 43, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Correspondants étrangers.

COLE (Henry), directeur du Kensington-Museum, Thurloe square (S. W.), à Londres.
HELMHOLTZ, professeur de physique à l'Université de Berlin.
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.

LE CLER, 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.
LAWES (sir Bennett), membre de la Société royale de Londres, à Rothamstead (Angleterre).
GILBERT (D^r^), membre de la Société royale de Londres, à Rothamstead (Angleterre).
REYNOLD (John-P.), président du service agricole de l'Illinois, à Chicago (États-Unis).
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.
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).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PERMEZEL, membre de la Chambre de commerce de Lyon.
BESSONNEAU, manufacturier, consul de Belgique, à Angers.
AYNARD, député, président de la Chambre de commerce de Lyon.

Correspondants étrangers.

DE HEMPTINE (comte Paul), à Gand (Belgique).
MEVISSEN, conseiller intime du commerce, ancien président de la Chambre de commerce de Cologne.
READER LACK (Esq.), directeur du Patent Office, à Londres.
RADA Y DELGADO (Juan de Dios), sénateur à Madrid.
BODIO (commandeur), directeur général de la statistique du royaume d'Italie, place Saint-Bernard, à Rome.
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), ancien banquier, à Perpignan.

Correspondants étrangers.

CARLOS RELVAS, à Collega (Portugal).
MENABREA (général comte de).
POLLOK, ingénieur-consultant, à Washington (États-Unis).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT *fait par* M. CARPENTIER, *au nom du Comité des Arts économiques sur* L'ORGUE CELESTA DE VICTOR MUSTEL ET SES FILS.

L'orgue expressif est un instrument universellement connu. Inventé vers le commencement du siècle, il a été successivement modifié, transformé et amélioré par les divers facteurs qui se sont occupés de sa construction. Mais entre les mains de Victor Mustel et de ses fils, il a atteint un degré de perfection qui dépasse certainement ce qu'on aurait pu prévoir, et au delà duquel il semble qu'il n'y ait plus rien à faire. Aussi notre Société, appelée à examiner et à juger l'œuvre qui lui a été soumise, en payant à ses auteurs un juste tribut d'éloges, ne peut-elle songer qu'à leur apporter une légitime récompense et doit-elle réserver leur exemple comme le plus utile des encouragements à ceux qui cherchent dans la voie du travail et de la conscience industrielle le vrai modèle à imiter.

Victor Mustel, aujourd'hui décédé, a débuté comme simple ouvrier menuisier. Dirigé par les circonstances et poussé par ses goûts vers la facture des orgues, il se consacra de bonne heure à leur construction. Doué d'une rare ingéniosité et d'une grande patience, il étudia une à une les diverses parties de l'instrument et détermina expérimentalement pour chacune les formes, les dimensions et le mode de construction correspondant au meilleur rendement. Aux organes fondamentaux il ajouta divers dispositifs particuliers de son invention fournissant de très heureux effets, et, procédant ainsi du détail à l'ensemble, il arriva à constituer un tout homogène et irréprochable.

Victor Mustel ne s'est point enrichi, mais il a eu du moins la satisfaction, avant de mourir, de récolter en témoignages honorifiques le fruit de son travail : il a vu sa réputation, dès longtemps établie, consacrée en 1889 par un grand prix à l'Exposition universelle de Paris et par la décoration de la Légion d'honneur. A ses deux fils, qui avaient toujours été ses fidèles collaborateurs et qui lui ont succédé, il a laissé un nom universellement apprécié et honoré, qu'ils portent dignement.

L'instrument que nous avons eu à examiner porte le nom d'*orgue celesta*, il est en réalité constitué par la réunion de deux instruments distincts, un orgue et un célesta. Le célesta est un instrument créé par MM. Mustel, il y

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a une dizaine d'années. Son adjonction à l'orgue semble être la conséquence d'un enchaînement logique, et elle étend de la manière la plus heureuse les ressources de cet instrument.

Il n'entre pas dans le cadre de ce rapport de donner une description minutieuse des mille détails qui, dans l'instrument de MM. Mustel, mériteraient d'attirer l'attention. Je me contenterai d'esquisser à grands traits les lignes générales qui en déterminent le plan.

L'orgue expressif ou harmonium a pour organe essentiel l'anche libre, lame de laiton récroui, vibrant sous l'action du vent, dans la mortaise rectangulaire d'un châssis métallique dont elle rase les bords, dans ses excursions, sans les frôler.

Dans sa simplicité première, l'harmonium se compose de trois parties : une *soufflerie*, la collection des *anches* correspondant à la gamme de tous les tons, et une *claviature* constituée par l'ensemble des soupapes et des touches à l'aide desquelles l'action du vent est distribuée aux diverses anches sous les doigts de l'exécutant.

La soufflerie ordinaire se compose de deux soufflets cunéiformes appelés *pompes*, foulés alternativement par les pieds de l'exécutant, et d'un réservoir à tables parallèles, comprimé par des ressorts, où peut être envoyé l'air fourni par les pompes, avant de se rendre dans les diverses parties de l'instrument. Le rôle de ce réservoir, sorte d'accumulataur, est d'égaliser la pression et d'atténuer les inégalités que peut produire le changement de pied.

Il importe ici de mentionner une très précieuse propriété de l'anche libre. Quand on fait varier dans des limites convenables la pression du vent qui met une anche en action, la hauteur du son qu'elle rend ne change pas, tandis que son intensité varie dans le même sens, et peut passer du *piano* le plus doux au *forte* le plus énergique. C'est par l'utilisation de cette propriété que l'harmonium devient un instrument expressif.

Pour le mettre à profit, il convient de supprimer l'action égalisatrice du réservoir dont il a été question plus haut et d'envoyer directement le vent des pompes aux anches. Ce résultat s'obtient par la manœuvre d'une soupape qui ferme à l'air l'accès du réservoir accumulateur. Dans ces conditions l'exécutant devient maître de modifier, par le foulement habilement ménagé des pompes, la pression du vent, soit pour la maintenir constante, soit pour la faire varier et produire des nuances à son gré. C'est ce qui s'appelle faire l'*expression à la pédale*.

Pour recevoir l'action du vent, les anches sont installées à l'intérieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une caisse fermée, sur l'un de ses fonds appelé *sommier :* dans cette caisse est envoyé l'air comprimé. Chaque anche est placée sur une mortaise ou *case* pratiquée dans l'épaisseur du sommier et dont le *débouché* à l'extérieur forme le siège d'une soupape individuelle dont nous nous occuperons un peu plus loin.

La hauteur et le timbre du son rendu par une anche dépend en grande partie de la forme et des dimensions de sa lame, mais les proportions de la case jouent également sur le timbre et le ton du son un rôle très important.

On appelle *jeu*, une série d'anches au nombre de soixante comme les touches de clavier, réglées de manière à donner, avec le même timbre, toutes les notes d'une gamme chromatique de cinq octaves. On désigne les jeux tantôt par un nom qui correspond à leur timbre, tantôt par la longueur en pieds du tuyau ouvert à bouche qui donnerait un son à l'unisson de leur note fondamentale. C'est ainsi qu'on dit : un jeu de *flûte*, de *hautbois*, ou un *huit-pieds*, un *deux-pieds*... La variété des timbres que l'on peut réaliser avec des anches libres est assez limitée : aussi n'existe-t-il réellement pour l'harmonium que peu de jeux vraiment distincts.

Les anches qui composent un jeu se placent sur le sommier, côte à côte, en un rang, et la caisse dont le sommier forme l'un des fonds et où s'envoie l'air comprimé est divisée par des cloisons longitudinales en autant de compartiments isolés ou *laies* qu'il se trouve de jeux dans l'orgue. Chaque jeu se trouve isolé dans une laie, et une soupape se manœuvrant de l'extérieur à l'aide d'un bouton de tirage disposé au-dessus du clavier permet soit d'y établir soit d'y supprimer l'accès de l'air. Grâce à ce dispositif qui porte le nom de registre, on peut faire parler ou faire taire les divers jeux de l'orgue, ensemble ou séparément.

Il est bon de noter d'ailleurs que chaque laie est généralement elle-même coupée par une cloison transversale en deux parties contenant chacune la moitié du jeu. Chaque demi-laie est munie d'un registre spécial, et l'on peut de la sorte amener sous les deux moitiés du clavier des demi-jeux de nature très différente afin de produire des effets de chant et d'accompagnement complètement distincts.

En ce qui concerne la claviature, nous nous contenterons de faire observer que dans un instrument un peu complet de trois, quatre jeux ou plus, chaque touche de clavier actionne autant de soupapes qu'il y a de jeux, à chaque jeu correspondant une rangée de soupapes.

La position occupée par une soupape, c'est-à-dire la région du corps de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'instrument dans laquelle débouche la *case* qu'elle commande exerce une influence considérable sur le timbre du son. Les *jeux de devant*, placés sous le clavier, *couverts*, émettent des sons pour ainsi dire renfermés ; les *jeux de derrière*, au contraire, *découverts*, ont une sonorité plus éclatante.

Les quelques indications qui précèdent suffisent pour donner une idée générale d'un harmonium. Nous allons voir maintenant comment MM. Mustel ont porté à la perfection la réalisation de cet instrument, en nous bornant à relever les perfectionnements les plus importants qu'ils ont appliqués et dont quelques-uns constituent à leur avoir des inventions d'un réel mérite.

Tout d'abord, pour procéder dans l'ordre déjà suivi, arrêtons-nous à un organe imaginé et breveté par Mustel en 1853, et qui s'applique à l'alimentation des jeux. Cet organe est un véritable régulateur qui s'intercale sur le trajet de l'air entre les pompes et les laies et permet de régler avec une précision extrême la pression de l'air admis dans celle-ci. Ce régulateur est gouverné par l'exécutant à l'aide d'un levier mis à portée de son genou et appelé pour cela *genouillère*. Par l'effet d'une combinaison à laquelle nous ne nous arrêtons pas, à chaque position de la genouillère correspond une pression de vent rigoureusement constante et par suite une intensité de son absolument déterminée ; le déplacement de la genouillère, en faisant passer la pression du vent d'une valeur à une autre, fait en même temps passer l'intensité du son par les variations correspondantes, et, en définitive, par un simple mouvement de son genou, l'exécutant est maître de produire une *expression* d'une délicatesse au moins égale à celle que l'on obtient à la pédale. Mais l'avantage du système n'est point là. L'expression à la pédale s'étend forcément, à la fois et uniformément, sur tous les sons émis simultanément ; l'expression au régulateur et à la genouillère peut être coupée comme les jeux eux-mêmes et s'appliquer d'une manière indépendante aux basses et aux dessus. A cet effet, tous les demi-jeux de basses sont alimentés par un conduit de vent spécial, et tous les jeux de dessus par un autre conduit de vent ; chacun de ces deux conduits est muni d'un régulateur individuel dont l'un est actionné par une genouillère placée à gauche de l'exécutant et l'autre par une genouillère placée à sa droite. Ainsi se trouve réalisé le dispositif que M. Mustel a nommé « la double expression » et qui constitue une des ressources les plus précieuse de ses orgues.

L'anche libre a été, de la part de MM. Mustel, l'objet d'études toutes particulières. Grâce au soin avec lequel elle est par eux ajustée, elle arrive à rendre dans leurs instruments des sons d'une pureté incomparable, dépouil-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lés de l'âpreté mordante qui caractérise généralement d'une façon fâcheuse la sonorité de l'harmonium et la rend fatigante. Pour atteindre ce résultat, MM. Mustel font subir à leurs anches une opération dont l'idée, qui leur est propre, remonte à une douzaine d'années. Cette opération a été appelée par eux *euphonisation*. Elle consiste tout simplement à arrondir légèrement sur une certaine partie de leur longueur les arêtes de la mortaise du châssis dans laquelle se meut la lame vibrante. L'adoucissement de l'arête doit être proportionné aux dimensions de la lame et en rapport avec le son à produire ; il doit être exécuté avec une précision extrême si l'on veut conserver au jeu l'égalité du timbre ; il est très apparent dans les basses et arrive à être à peine perceptible à l'œil dans les dernières notes des dessus. L'effet produit résulte de ce que la fermeture périodique de l'anche par la lame, au lieu d'être brusque, s'opère pour ainsi dire graduellement, ce qui modifie la forme de l'ondulation et donne au son un moelleux particulièrement agréble. Il va sans dire que sur certains jeux dont le caractère est d'être mordant on se dispense intentionnellement de pratiquer l'euphonisation : tel est, par exemple, le jeu de musette.

Parmi les ressources que présente l'harmonium, il en est une qui est tirée du phénomène d'interférence, connu sous le nom de battements, et qui se produit quand sont émis simultanément deux sons de tonalités très voisines mais un peu différentes. On appelle dans l'harmonium jeu oscillant tout jeu qui donne lieu à des battements. Un jeu oscillant est forcément un jeu double composé de deux séries d'anches imparfaitement accordées. Tel est le jeu dit de « voix céleste », très usité dans la facture, et qui se réalise par l'adjonction à un jeu de flûte accordé juste d'un autre jeu de même timbre accordé un peu au-dessus ou un peuau-dessous du ton : ce jeu supplémentaire s'introduit quand on veut produire les battements. Dès 1875, Mustel fut frappé de l'inconvénient qu'il y avait à faire ainsi réagir un jeux faux sur un jeu juste pour produire un son résultant forcément faux lui-même ; il eut alors l'idée de composer un jeu oscillant avec deux jeu accordés avec le même écart l'un au-dessus, l'autre au-dessous du ton juste. Il créa ainsi le jeu de la « harpe éolienne », dans lequel, par le fait d'une compensation, les sons résultants sont parfaitement d'accord avec les autres jeux de l'instrument.

Nous avons vu plus haut comment il y avait lieu de distinguer dans l'harmonium les jeux couverts et les jeux découverts. MM. Mustel, analysant les causes des différences de timbre observées, ont tiré un grand parti de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'opposition d'une paroi solide à petite distance des soupapes. En 1877 ils ont imaginé et réalisé un dispositif appelé « métaphone » destiné à s'appliquer aux jeux découverts de l'harmonium, aux jeux de derrière. Ce dispositi consiste dans l'installation, au-dessus et près des soupapes de ces jeux, d'une cloison composée, comme une jalousie, de lames mobiles autour d'un axe. Un bouton de tirage permet d'ouvrir ou de fermer à volonté la jalousie : quand celle-ci est ouverte, les jeux de derrière gardent intégralement leur caractère de jeux découverts; vient-elle au contraire à être fermée, ces mêmes jeux prennent immédiatement le timbre de jeux couverts, ce qui justifie le nom de *métaphone* donné à ce dispositif, dont la fonction est de changer, de transformer la nature du son. Le mécanisme du métaphone est dédoublé, comme tous les effets de l'harmonium, afin de permettre une action distincte sur les demi-jeux de basses et les demi-jeux de dessus.

L'action du métaphone repose tout entière sur le rapprochement de la paroi solide active et des soupapes qui subissent son action : un semblable mécanisme ne pouvait être combiné que par des facteurs auxquels aucune observation n'échappe.

Une même jalousie placée à plus grande distance des soupapes modifie l'intensité des sons, mais non leur timbre. C'est en agissant sur une fermeture éloignée qu'en 1857 M. Mustel constitua son *forte* expressif. Ce dispositif consiste à enfermer les jeux de derrière dans une véritable chambre sonore munie d'un couvercle mobile pouvant s'ouvrir et se fermer graduellement, de façon à produire un nouveau genre d'expression; mais, et c'est là ce qui constitue vraiement l'invention, la manœuvre du couvercle mobile est confiée à un petit soufflet moteur recevant l'air à la même pression que les anches et muni d'un ressort antagoniste, de manière à demeurer plus ou moins gonflé, suivant l'intensité même de la pression. L'ouverture ou la fermeture de la chambre sonore se trouve ainsi liée à l'action directe du vent sur les anches, et la puissance expressive de l'instrument déjà si grande se trouve accrue dans une nouvelle et large porportion.

L'orgue Mustel est enrichi, bien entendu, de tous les perfectionnements qui se sont introduits successivement dans la facture moderne en dehors même des progrès que ce constructeur a personnellement fait faire à la facture. Il contient notamment le dispositif désigné sous le nom de prolongement et qui consiste en un mécanisme à l'aide duquel toute touche abaissée peut demeurer accrochée à fond de course sans qu'on ait à la maintenir du doigt. Ce dispositif permet l'exécution de longues tenues sans immobilisation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'une des mains de l'exécutant. Dans les régions du clavier où agit le prolongement, l'abaissement d'une nouvelle touche a pour effet de libérer celles qui étaient antérieurement accrochées. L'action du prolongement s'établit et se supprime instantanément.

Pour terminer ce qui concerne l'orgue proprement dit, il nous reste à parler d'un mécanisme dont l'invention déjà ancienne est due à Martin, de Provins, et qui donne aux sons de l'harmonium une qualité toute particulière : je veux parler de la percussion. Malgré tout le soin apporté à l'exécution des lames, les jeux d'anches libres, particulièrement les jeux les plus doux de timbre, parlent avec une certaine lenteur, surtout dans les basses quand on les joue *pianissimo* sous une faible pression de vent. La percussion a pour but d'éliminer ce défaut. On ne l'applique généralement, à cause de sa complication, dans l'harmonium, qu'à un jeu seulement; son mécanisme consiste en une série de marteaux garnis de feutres analogues à ceux d'un piano et mis en mouvement par une transmission analogue. Ces marteaux frappent individuellement dans l'abaissement des touches chacun la lame d'une anche et la met en vibration; au même moment l'action du vent se produit et celui-ci n'a qu'à entretenir l'effet provoqué par le choc.

Un jeu de percussion permet d'exécuter sur l'harmonium la musique la plus vive avec une franchise d'attaque égale, sinon supérieure, à celle du meilleur piano.

Chaque note attaquée par le marteau parle avec une prestesse et une netteté parfaite, et cela si faible que soit la pression du vent. Il y a plus : la fourniture du vent peut être complètement supprimée, et les lames en vibrant sous l'action seule du marteau rendent encore des sons, faibles sans doute, mais nets et justes. Les artistes tirent même de là parfois les effets les plus charmants.

Ce sont des effets absolument analogues mais beaucoup plus intenses que produit le célesta, et nous sommes ainsi naturellement conduits à examiner cet instrument si heureusement joint, comme on va voir, à l'orgue expressif.

Le célesta rappelle beaucoup l'harmonica à lames de verre que tout le monde connaît. Son organe essentiel est une lame vibrante reposant en ses nœuds de vibrations sur des chevalets de substance élastique; mais dans le célesta chacune des lames faite d'acier est chargée en ses extrémités par des masses pondérées et est installée sur une caisse de résonance spéciale dont l'ouverture se trouve en face du ventre de vibration de la lame.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La présence de la caisse de résonance a pour effet de modifier la qualité de son, et cette modification donne lieu à une remarque fort intéressante. Si la caisse de résonance est accordée juste comme un résonnateur de Lissajous, à l'unisson rigoureux de la lame le son est énergiquement renforcé, mais les vibrations s'amortissent rapidement et le son ne se prolonge presque pas; au contraire, pour peu qu'on désaccorde le moins du monde résonnateur et lame, le son perd un peu sans doute en intensité mais gagne beaucoup en durée. Cette observation a permis de disposer sur une même caisse de résonance deux lames consécutives sonnant à un demi-ton d'intervalle. La caisse commune est accordée sur le son moyen; ces conditions sont particulièrement favorables à la bonne vibration de chacune des deux lames accouplées.

Les lames sont attaquées par des marteaux garnis de feutre et la transmission de la touche au marteau rappelle encore, comme dans la percussion, la mécanique de piano, à quelques différences près qui résultent de la différence d'action des marteaux. Cette mécanique comprend un étouffoir qui retombe sur la lame près du ventre de vibration et éteint le son instantanément dès que la touche est abandonnée par le doigt.

La série des lames vibrantes et des caisses de résonance constitue une gamme de quatre octaves; elle est disposée en double étage dans la partie supérieure du meuble. Le clavier du célesta, distinct du clavier de l'harmonium, est placé au-dessus de celui-ci et permet de faire entendre les sons du célesta isolément.

D'autre part le clavier du célesta peut, à volonté, être accouplé à celui de l'harmonium au moyen d'un mécanisme spécial dit « accouplement » de telle façon qu'en attaquant la note sur le célesta on fait parler en même temps les anches commandées par la touche correspondante du clavier de l'harmonium.

Le célesta, produit de longues recherches de la part de MM. Mustel, a pris la place d'un autre instrument qu'ils avaient antérieurement réalisé sous le nom de « typophone » : celui-ci ne différait du célesta qu'en ce que des diapasons y ont précédé les simples lames.

Le célesta, beaucoup moins encombrant que le typophone, se construit et s'emploie à l'état d'instrument séparé; il se joue soit seul, soit pour accompagner d'autres instruments. Introduit dans l'orchestre, il y apporte un timbre nouveau et des effets d'un charme tout particulier. On l'a déjà employé au théâtre dans la *Flûte enchantée*, où il a remplacé le carillon à l'Opéra-Comique;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans *Lakmé* de Delibes ; dans la *Korrigane* de Widor, dans *Egmont* de Salvayre. Dans les ensembles c'est un instrument discret, qui ne se trahit par aucun éclat, mais répand dans la sonorité générale comme un parfum plein de finesse. Joint à l'harmonium, il joue vis-à-vis du jeu si délicat que constitue la simple percussion, sans emploi du vent, le rôle d'un véritable *forte* au timbre cristallin ; il contribue ainsi à étendre encore d'un nouveau côté la puissance expressive déjà si intense de l'orgue perfectionné dont s'achève ici la description sommaire. C'est ce qui m'a fait dire en commençant que l'union de l'orgue et du célesta semblait comme la conséquence heureuse d'un enchaînement logique.

Comme conclusion à l'exposé qui précède, le Comité des Arts économiques vous propose, Messieurs, de remercier MM. Mustel d'avoir présenté à notre Société leur remarquable instrument. Cette présentation aura été pour nous l'occasion de reconnaître et de proclamer hautement la supériorité d'une fabrication qui honore grandement la facture de notre pays et la place au-dessus de toute concurrence. Le Comité des Arts économiques vous demande d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* et d'adresser de sincères félicitations à ces artistes français dont les travaux ont enrichi notre patrimoine de gloire industriel.

Signé : J. CARPENTIER, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 28 *avril* 1893.

ARTS MÉCANIQUES

LA MÉCANIQUE GÉNÉRALE A L'EXPOSITION DE CHICAGO, PAR M. GUSTAVE RICHARD.

Un sujet aussi vaste ne saurait être qu'à peine esquissé dans une conférence, aussi M. Richard a-t-il dû se borner à l'indication des principales nouveautés mécaniques de l'Exposition de Chicago, qu'il se réserve, si tel est l'avis du conseil, de décrire ensuite en détail dans le *Bulletin* de la Société.

La ville de Chicago présentait, au point de vue de la mécanique générale, presque autant d'intérêt que l'Exposition même. La principale industrie de cette ville est celle des céréales : le tonnage de son port s'est élevé, en 1890, à près de 7 millions d'hectolitres de grains, dont 3 400 000 de blé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais la manutention de ces immenses masses ne peut s'effectuer que par le moyen d'*Élévateurs*, dont les agencements mécaniques sont extrêmement remarquables : la ville de Chicago en possède une quarantaine, qui peuvent renfermer près de 12 millions d'hectolitres équivalant à un cube de 230 mètres de côté et qui atteignent parfois des dimensions gigantesques, comme ceux d'Armour, qui peuvent contenir chacun près de 800 000 hectolitres. C'est à ce même M. Armour qu'appartiennent, comme on le sait, les plus grands *abattoirs* de Chicago : ils occupent 7 000 ouvriers, emploient pour leurs transports 1800 wagons frigorifiques, et l'on y a, en 1890, tué et dépecé presque automatiquement 2 500 000 animaux, dont 1 500 000 porcs. Ces immenses abattoirs sont, en réalité, des ateliers de tuerie, de dépeçage et de charcuterie extrêmement perfectionnés, qui constituent aussi l'une des principales industries de Chicago, et certainement la plus caractéristique. On a expédié en 1891, dans l'ensemble des abattoirs de Chicago, environ 5 800 000 porcs et 2 300 000 bœufs.

On peut encore signaler, comme l'une des applications les plus originales de la mécanique, celle que l'on en fait souvent à Chicago au *transport des maisons*. C'est ainsi que l'on a transporté en 1890, à des distances allant parfois jusqu'à une centaine de mètres, 1710 maisons, présentant une longueur totale de $9^{kil},600$. Plusieurs de ces maisons, en briques, avaient quatre ou cinq étages.

Les Américains sont toujours extrêmement avares de leur temps, et ils ont, comme les Anglais, l'horreur de l'appartement : chacun veut, très justement, avoir sa maison. De là, d'une part, des cités d'une étendue prodigieuse, — Chicago, qui compte au plus 1 500 000 habitants, régit un territoire de 460 kilomètres carrés, — et, dans ces immenses villes, une organisation de transports et de communications dont nous n'avons aucune idée à Paris. Chicago, par exemple, où aboutissent les voies de 35 compagnies de chemins de fer, est desservie, dans la partie actuellement peuplée de son vaste territoire, partie déjà un peu plus grande que Paris, par environ 650 kilomètres de voies ferrées, *Elevated* et *Tramways*, presque tous à câbles ou à l'électricité. Les tramways à câbles fonctionnent partout, en Amérique, avec une régularité parfaite, et constituent un moyen de locomotion d'une puissance incomparable; on les voit circuler continuellement, par groupes de deux ou trois voitures, se suivant à 150 ou 200 mètres de distance, dans des avenues, plus passantes que nos grands boulevards, comme Clark St. à Chicago et Broadway à New-York, et cela avec très peu d'accidents. Quelque-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fois le câble se noue ou sa pince se cale, et l'on ne peut plus arrêter le tramway qu'en arrêtant le câble même. Les tramways électriques ne sont pas sujets à cet inconvénient, ils sont, en outre, moins coûteux d'établissement, et se prêtent mieux à l'exploitation des lignes à trafic très variable d'un moment à l'autre de la journée. En fait, on préfère souvent aujourd'hui, au moins pour les lignes qui ne présentent ni une circulation ni des rampes exceptionnelles, les tramways électriques aux tramways à câbles. La puissance de transport de ces tramways mécaniques et électriques, la facilité de leur installation et la sécurité de leur manœuvre sont telles qu'il est permis de se demander si leur adoption ne permettrait pas de résoudre la question du métropolitain de Paris d'une façon infiniment moins coûteuse et beaucoup plus agréable pour le public qu'au moyen de chemins de fer analogues à ceux de Londres et de Berlin. Au Chicago Day, les tramways ont transporté à l'Exposition, et ramené le soir, sans aucun accident, plus de 500 000 hommes, sur une longueur moyenne de 12 kilomètres, aller et retour. Il y a actuellement, aux États-Unis, plus de 6 000 kilomètres de tramways électriques, (double voie) presque tous du type à conducteurs suspendus ou aériens, qui fonctionnent avec une régularité parfaite, sans modifier aucunement l'aspect des rues. L'Exposition même de Chicago avait son immense parc desservi par un chemin de fer électrique, le *Thomson-Houston Intramural*, de 10 kilomètres de long, sur lequel circulaient constamment, à la vitesse moyenne de 50 kilomètres, 15 trains de 4 voitures chacun, dont une locomotrice, pouvant développer, au démarrage, une puissance de 500 chevaux.

Ce même besoin de gagner du temps a conduit les Américains à employer les *ascenseurs* beaucoup plus fréquemment que nous et à de plus grandes vitesses : jusqu'à 3 mètres environ par seconde pour les ascenseurs express, qui montent d'un seul coup les 18 et 20 étages de leurs célèbres *Buildings*. Dans ces buildings, où il y a jusqu'à 900 bureaux (Manhattam Building) et dans les grands magasins, les ascenseurs, disposés par 4 ou 5 de front, transportent journellement des milliers de personnes sans accidents. Les ascenseurs ne sont, pour ainsi dire, jamais à puits, et beaucoup fonctionnent à l'électricité, comme ceux du Palais des manufactures à l'Exposition. Ce palais était desservi par deux ascenseurs électriques *Otis*, ayant chacun deux cabines équilibrées, à 14 places, commandées par une dynamo Eickemeyer de 15 chevaux, avec transmission par vis sans fin, et marchant à la vitesse relativement modérée d'un mètre par seconde. C'est cette même vitesse que l'on retrouve aux ascenseurs de la gare de Weeckhawen, dont les cabines ont chacune 135 places.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut encore, sans sortir du domaine des transports, signaler les petits transbordeurs employés dans presque tous les magasins américains pour porter la monnaie du vendeur au caissier, et retourner le solde, sans déranger l'acheteur.

Après avoir décrit sommairement la plate-forme roulante (*sydewalk*) et la roue *Ferris* de l'Exposition, M. Richard arrive à l'examen des machines à vapeur.

Les *machines à vapeur*, tout en ne présentant que fort peu de nouveautés proprement dites par rapport à celles qui figuraient à l'Exposition de 1889, n'en portaient pas moins, dans leur ensemble, la marque de ce progrès continu, qui fait que l'on constate toujours, d'une grande Exposition à l'autre, une amélioration notable, bien qu'assez difficile à définir, dans les branches principales de la mécanique industrielle.

Les machines à vapeur américaines sont, en grande majorité, horizontales et sans condensation, sauf pour les machines compound, à cause de la difficulté assez fréquente de se procurer de l'eau convenable, et parce que l'on tient beaucoup à ne payer que le moins cher possible des machines achetées avec l'espoir de les remplacer bientôt, dès que la prospérité de l'entreprise exigera l'agrandissement de l'usine. Pour les grandes machines, les courses des pistons sont, en général, plus longues qu'en Europe, ce qui tient, en partie, à ce que la distribution Corliss, originaire d'Amérique, ne se prête pas aux grandes vitesses.

On retrouve néanmoins aux États-Unis, se développant avec plus de rapidité encore qu'en Europe, la classe si intéressante des machines à grandes vitesses, destinées principalement à l'actionnement des dynamos, et dont le prototype est la célèbre machine de *Porter-Allen*. Ce sont des machines en général très ramassées, à bâtis du type *Self-contained*, robuste, assurant un alignement aussi rigoureux que possible du cylindre et des glissières symétriques, avec paliers égaux s'usant identiquement, régulateur directement monté sur l'arbre de couche ou sur le volant, à quatre glissières et à double manivelle parfois rapportée. Il suffit de citer les types d'Armington, Buckeye, Ide Ball, Mac Intosh, Sweet, etc., déjà bien connus des ingénieurs français.

Les machines verticales, bien qu'encore en minorité, commencent à se répandre aux États-Unis, principalement pour la commande directe des dynamos à marche lente. Comme exemple, on peut citer celle de la Southwark Foundry C°, à triple expansion, avec cylindres de 560, 840 et 1 360 millimètres de diamètre, sur 915 millimètres de course, distribution

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Corliss, pompe à air indépendante, qui actionnait directement, à la vitesse de 100 tours, deux dynamos Siemens de 2700 ampères 150 volts chacune.

La machine la plus puissante de l'Exposition était celle de la Compagnie *Allis*, de Milwaukee : compound horizontale à quadruple expansion, avec cylindre de 660, 1 000, 1 520, 1 780 millimètres de diamètre, et de $1^{m},83$ de course, faisant 3 000 chevaux à 60 tours et avec une pression initiale de $11^{kil},20$. Le volant, de 9 mètres de diamètre et de $1^{m},93$ de large, pesait 67 tonnes. La vapeur passait d'un cylindre de détente à l'autre au travers de réservoirs intermédiaires chauffés par la vapeur de la chaudière.

On doit encore signaler, dans la catégorie des *grandes machines*, celle *des bateaux* de fleuves. Ces machines, à balancier dépassant le pont du navire, donnent à ces bateaux un aspect caractéristique, et atteignent parfois des dimensions colossales. La machine du *Puritan* par exemple, navire de 4 600 tonneaux, à roues de $10^{m},50$, pesant 100 tonnes, est une compound de 7 500 chevaux, à cylindres de $1^{m},90$ et $2^{m},80$ de diamètre; $2^{m},70$ et $4^{m},20$ de course; son balancier, en fonte frettée, de $10^{m},20$ de long et de $5^{m},10$ de large au milieu, pèse 42 tonnes. Les manivelles pèsent 9 tonnes, leurs boutons ont 500 millimètres de diamètre sur 560 millimètres de long; l'arbre des roues est en deux parties, de 40 tonnes chacune, ayant $0^{m},70$ de diamètre aux portées, il fait 24 tours par minute. Ces machines, admirablement entretenues, fonctionnent avec une douceur parfaite; on ne les sent pas sur le bateau, et elles sont très économiques.

A côté, et en opposition de ces grandes machines, on doit mentionner avec éloges un certain nombre de machines extrêmement actives et condensées, du type à simple effet, à détente unique ou compound, comme les machines anglaises de *Willams* et les machines américaines de *Westinghouse*, nouveau type; puis, à l'extrême dans cette voie, une nouvelle *Turbine à vapeur* suédoise de *M. de Laval*, extrêmement simple, établie d'après un principe qui paraît nouveau, supprimant la difficulté des joints, et donnant, d'après des expériences qui semblent sérieuses, une économie de vapeur presque paradoxale. Une turbine Laval de 50 chevaux, à condensation, n'aurait dépensé que 9 kilos de vapeur par cheval-heure. Ces turbines marchent à une vitesse prodigieuse : celle de 20 chevaux fait 20 000 tours par minute, de sorte qu'un poids d'un gramme développe à la circonférence de sa roue, qui a 160 millimètres de diamètre et 10 millimètres d'épaisseur, une force centrifuge de 50 kilos. Le moindre balourd serait donc désastreux, si l'on ny avait remédié en donnant à l'arbre de cette roue un diamètre très faible :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6 millimètres, de manière que, grâce à sa flexibilité, la roue se centre automatiquement autour de son axe de figure, comme celles des turbines *Parsons* sur leurs paliers élastiques.

Dans le palais des machines de l'Exposition de Chicago, les moteurs qui actionnaient les dynamos servant à l'éclairage de toute l'Exposition (17 000 chevaux) et les transmissions, environ (7 000 chevaux) encombraient, écrasaient toutes les autres machines. Leur bruit, rien que celui des courroies et des pompes de condensation, était des plus désagréables, ainsi que l'odeur de leur graissage, et, surtout pendant les mois d'été, la chaleur de leur tuyauterie coûteuse, ce qui occasionna plusieurs accidents. M. Richard pense qu'il y aurait peut-être lieu, pour éviter, en 1900, ces inconvénients, qui frappaient tout le monde à Chicago, de grouper tous les moteurs, avec leurs chaudières et leurs dynamos, dans un bâtiment, ou *Palais de la force motrice,* distinct de celui des machines proprement dites. Ce bâtiment serait très économiquement installé au bord de la Seine, à pied d'œuvre de l'eau et du charbon, et les transmissions du palais des machines seraient actionnées, avec une sécurité parfaite, au moyen de dynamos recevant leur courant du palais de la force motrice. Ce serait nouveau, simple, très propre, et cela donnerait à la galerie des machines proprement dite un aspect curieux, en ce sens qu'elles sembleraient, marchant ainsi sous l'action d'une puissance invisible, comme animées d'une sorte de vie.

Il y avait, à l'Exposition de Chicago, une installation de *chaudières* exceptionnellement remarquable, non tant par la nature même des chaudières, la plupart à petits éléments, plus ou moins dérivés des types de Belleville et de Thorneycroft, que par leurs *foyers* qui fonctionnaient tous avec du *pétrole* amené directement de l'Indiana ; de sorte que cette batterie de 43 chaudières, d'une puissance de 25000 chevaux, ou, plus exactement, capable de vaporiser par heure 340 mètres cubes d'eau, sous une pression de 9 kilos, avec une dépense de 2 300 kilogrammes de pétrole, n'exigeait, pour la conduire, que trois hommes, dont deux aux foyers, et le troisième posté dans un observatoire, d'où il signalait électriquement aux chauffeurs les cheminées qui, par hasard, se permettaient de fumer. Ces foyers à pétrole fonctionnaient avec une régularité parfaite ; et il est certain, d'après les résultats fournis par cette vaste installation pendant six mois, qu'il ne reste plus, pour appliquer ce mode de chauffage à la marine, qu'un seul problème à résoudre, celui de la combustion pratique du pétrole sans dépense de vapeur : l'eau douce coûtant excessivement en mer. Ce problème n'est malheureu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sement pas plus résolu aux États-Unis qu'en France; et il est du plus haut intérêt, car sa solution permettrait, grâce à la puissance calorifique du pétrole (triple environ à volume égal de celle du charbon) d'augmenter encore la puissance et la vitesse des navires, en supprimant le travail coûteux, pénible et dangereux des chauffeurs.

On rencontre fréquemment, aux États-Unis, les chaudières chauffées au pétrole sur les canots et embarcations de plaisance : l'une des plus employées est celle de *Shipman :* une machine de quatre chevaux à 300 tours, pèse, avec la chaudière, 450 kil., et coûte 1 800 francs.

Il n'y avait, à l'Exposition de Chicago, rien de bien particulier en matière de moteurs à gaz ou à air chaud.

Les *turbines hydrauliques* américaines présentaient, au contraire, un intérêt exceptionnel : ce sont, en général, des turbines *mixtes* : axiales-centripètes (prototype *Leiffel*), rapides, rustiques, s'adaptant facilement aux conditions les plus diverses, et d'un rendement excellent, bien qu'il faille se méfier un peu des chiffres de 0,90 et même de 0,95, obtenus en mesurant leur débit par la méthode assez délicate des déversoirs.

Il faut encore signaler, parmi les roues hydrauliques, la célèbre roue *Pelton*, en faveur de laquelle on revendique un rendement en apparence optimiste de 87 p. 100, mais dont l'installation, extrêmement rustique, justifie à elle seule la faveur dont elle jouit principalement auprès des mineurs de Californie.

Parmi les *détails de construction* des machines motrices, on peut signaler : pour les moteurs à vapeur, l'emploi presque exclusif des coussinets à métal antifriction sans joues, ce qui diminue le porte-à-faux des manivelles, plus doux que le bronze, n'usant pas les portées grâce à sa douceur et parce qu'il leur répartit, grâce à son élasticité, très uniformément, les pressions ; l'emploi assez fréquent et discutable des manivelles en fonte et de courroies excessivement larges, comme l'une de celles de la machine Allis : triple, de $1^{m},80$ de large sur $44^{m},50$ de long, transmettant 1 000 chevaux à la vitesse de 30 mètres par seconde. Cette courroie était fournie par la Page Belting C°, qui en exposait une autre, de $2^{m},50$ de large et de 61 mètres de long, pesant 5300 kilog., collée sous une pression de 270 tonnes, et qui a exigé, paraît-il, pour sa fabrication, 570 peaux de bœuf. Ces courroies sont souvent remplacées, dans les grandes usines, par des cordes ou câbles dont les Américains savent parfaitement se servir, ou, principalement dans les installations électriques, par des courroies articulées, prototype *Schieren*, dont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'extrême souplesse permet de réduire considérablement l'encombrement des installations sans nuire à leur rendement et sans user trop rapidement les courroies. On remarquait encore, à l'Exposition de Chicago, un grand nombre d'embrayages, d'accouplements, de paliers, principalement les paliers à billes, et d'autres mécanismes parfois fort ingénieux, mais dont il faut nécessairement renvoyer la description à notre *Bulletin*.

Il en est de même des *Moulins à vent*, dont les types américains, si curieux et si ingénieux, présentent un intérêt considérable pour la petite culture; des *Pompes à vapeur* directes, *Worthington-Deane*, etc., des pompes à incendie, la plupart rotatives, des condenseurs séparés (*Worthington-Wheeler*, etc.). Les engrenages sont particulièrement soignés aux États-Unis; la remarquable machine de *Bilgram* les taille au profil rigoureusement exact; en outre, on y a adapté presque universellement la graduation *Brown* et *Sharpe* du pas en fonction du diamètre : c'est une unification très pratique, que nous aurons peut-être à poursuivre après celle des filetages, si heureusement entreprise par notre Société sur l'initiative de *M. Sauvage*.

Il resterait à étudier la partie la plus intéressante peut-être de la mécanique américaine : *les machines-outils* à travailler les métaux et le bois, mais au sujet desquelles on doit forcément se borner ici à quelques généralités connues, sur la spécialisation caractéristique de ces machines et leur admirable précision, permettant d'obtenir un ajustage presque mathématique, en économisant, surtout dans les travaux en série, la main-d'œuvre au point que, malgré l'extrême élévation des salaires, le prix de revient brut de la pièce finie (matière, main-d'œuvre) est souvent moins élevé aux États-Unis qu'en Europe. Les machines à bois permettent d'exécuter à peu de frais des menuiseries d'un ajustage parfait et des moulurages d'un fini remarquable, notamment la moulureuse *Gohring*, dont les outils équilibrés marchent à 10 000 tours. M. Richard signale, entre autres particularités, des machines à bois, les scies à dents rapportées, notamment celles de *Dissston* et de *Simonds*.

On commence à employer aux États-Unis les meules en *carburundum* (siliciure de carbone) excessivement dures, qui coupent l'acier trempé avec la plus grande facilité, dont la matière active raie le verre comme le diamant.

Il y avait, à l'Exposition de Chicago, quelques machines-outils d'une dimension exceptionnelle, notamment une raboteuse des *Niles Tool Works* de 9 mètres de course, à 4 outils, pouvant raboter des pièces de $3^{m},50$ de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

haut sur autant de largeur, dont la table, du poids de 35 tonnes, marchait à l'aller à la vitesse de 1 mètre par seconde, et à 2^{m},50 au retour, et qui pesait, au total, 123 tonnes. Mais c'est surtout dans l'outillage des forges que l'on rencontrait des appareils gigantesques. Tel est, par exemple, le marteau-pilon des forges de *Bethleem*, dont la masse, de 125 tonnes et de 5 mètres de course, levée par un piston de 1^{m},90 de diamètre, tombait sur une enclume de 250 tonnes : sa hauteur totale est de 27 mètres et sa largeur de 12 mètres. Il est desservi par deux grues de 150 tonnes. Cet appareil colossal est pourtant petit à côté de la presse à forger du même établissement, desservie par trois machines de 5 000 chevaux, et qui exerce à 50 atmosphères l'énorme pression de 14 000 tonnes, équivalant au poids d'un cube d'eau d'environ 25 mètres de côté.

ARTS MÉCANIQUES

A PROPOS DU « REFERENDUM DES INGÉNIEURS : ENQUÊTE SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA MÉCANIQUE » DE MM. DWELSHAUVERS DERRY ET JULIEN WEILER (1), PAR M. GUSTAVE RICHARD, MEMBRE DU CONSEIL.

La question du meilleur mode d'enseignement de la mécanique, ou, plus généralement, la question de la meilleure méthode d'éducation des ingénieurs mécaniciens, est des plus importantes et des plus complexes. Il faudrait, sinon pour la résoudre, du moins pour l'aborder utilement, commencer par se livrer à une étude complète des méthodes d'enseignement adoptées dans les divers pays et des résultats fournis par ces méthodes : or, cette étude n'a, à notre connaissance du moins, jamais été faite, en ce sens qu'il n'existe pas d'ouvrage renfermant, à côté de la description des méthodes d'enseignement en question, la discussion de ces méthodes, aboutissant, après une critique générale de l'enseignement mécanique actuel, à un projet de réforme scientifiquement motivé, et suffisamment complet pour avoir quelque chance d'aboutir à une solution pratique.

Dans l'ouvrage qui nous occupe, les auteurs arrivent finalement à deux conclusions : 1° qu'il serait utile d'annexer aux écoles techniques des laboratoires de mécanique; 2° qu'il serait utile d'y développer plus qu'il ne l'est aujourd'hui l'enseignement pratique : ces conclusions sont formulées d'ailleurs, la seconde surtout, d'une manière générale, un peu vague, et

(1) 1 vol., chez Nierstrasz, à Liège.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appuyées, dans un appendice de l'ouvrage, qui constitue le *Referendum* proprement dit, d'un grand nombre d'avis recueillis un peu partout parmi les ingénieurs et les journalistes.

L'utilité des laboratoires de mécanique en eux-mêmes ne saurait être contestée. Il suffit de rappeler les grands services que rend encore chaque jour le laboratoire du Conservatoire des arts et métiers, qui, bien que pourvu d'un outillage et de ressources peu dignes de ce grand établissement, est loin d'avoir, comme le prétend M. Dwelshauvers, complètement disparu depuis 1885. Le laboratoire du Conservatoire fonctionne encore tous les jours, et, s'il ne s'est pas développé de manière à pouvoir satisfaire comme il le faudrait aux besoins de l'industrie, tout le monde sait qu'il ne faut attribuer ce retard ni à l'administration du Conservatoire, ni à l'indifférence des mécaniciens français, qui sont tous désireux de voir enfin s'établir au Conservatoire un laboratoire de mécanique matériellement à la hauteur de sa mission. On se rappelle d'ailleurs, qu'en 1889, le Congrès international de mécanique appliquée à, sur l'initiative de M. Hirsch, exprimé le vœu « qu'il y a lieu d'encourager par tous les moyens possibles la création et l'extension des laboratoires d'essais de matériaux et de machines, aussi bien dans les grandes écoles du gouvernement, dans les grandes administrations gouvernementales ou privées, que dans les établissements d'utilité publique tels que le Conservatoire des arts et métiers ».

L'utilité de ces laboratoires ne fait donc doute pour personne; la question est bien plus de savoir comment on les organisera, comment on les utilisera dans les écoles, dans quel sens et de combien leur introduction serait appelée à modifier l'ensemble de l'enseignement actuel de la mécanique?

On peut dire que, si l'on se place à un point de vue un peu élevé, au point de vue de l'éducation générale qu'il faut donner à un ingénieur mécanicien, la réponse à cette dernière question est des plus difficiles, car on ne peut guère l'aborder qu'après avoir résolu une question plus étendue encore : la définition de ce que doit savoir un ingénieur mécanicien. Sans prétendre répondre à cette dernière question d'une façon complète, on peut toutefois affirmer qu'elle recevrait aujourd'hui, dans un congrès, une réponse toute différente, sur bien des points, de celle qu'elle aurait reçue il y a une vingtaine d'années. C'est ainsi que l'on n'hésiterait pas, par exemple, à imposer à l'ingénieur mécanicien une connaissance aussi approfondie que possible de l'électricité industrielle et de ses principales applications mécaniques. C'est d'ailleurs ce qu'ont parfaitement compris nos

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

principales écoles. De là, la nécessité, en thèse générale, d'annexer au laboratoire de mécanique un laboratoire d'électricité : considération qui n'est pas faite pour simplifier le problème dont nous nous occupons.

En outre, ces laboratoires pourraient être utiles non seulement aux élèves, en servant de moyen d'illustration à différentes parties des cours, mais aussi aux professeurs, en leur permettant de poursuivre, avec le concours des élèves les plus avancés, des recherches expérimentales nouvelles, qui feraient l'objet de mémoires ou de thèses de laboratoire et d'expériences, plus utiles probablement, en elles-mêmes et pour le développement de l'esprit et du jugement de l'élève, que les projets de fin d'année actuellement en usage dans la plupart des écoles. Mais, tout en reconnaissant l'utilité incontestable de ces laboratoires, nous ne pensons pas que l'on puisse jamais en obtenir la création d'un ingénieur complet dès la sortie de l'école, c'est-à-dire, d'un ingénieur capable de prendre immédiatement la direction d'un atelier, d'un chantier ou d'un établissement de mécanique. L'atelier sera toujours la grande école du jugement, de l'initiative et du bon sens, qualités aussi indispensables que tout le reste à l'ingénieur. A l'atelier, toute faute, toute erreur est immédiatement punie : à chaque instant, la nécessité des solutions immédiates oblige à la décision rapide et sûre, à l'application ingénieuse et simple des principes; enfin, c'est là seulement que l'on apprend le maniement des hommes, dont aucun laboratoire ne pourra jamais donner la moindre idée. Les jeunes ingénieurs rencontreront donc toujours, au sortir des écoles, quelles qu'elles soient, ces petits déboires d'inexpérience, qui sont inévitables, et que l'on trouve, presque à chaque page du *referendum*, grossis, multipliés comme à plaisir, et mis uniquement au compte de l'enseignement soi-disant théorique des écoles actuelles.

C'est là un préjugé qui nous paraît vraiment peu fondé, bien qu'assez répandu; car, en allant au fond des choses, il n'y a pas, en réalité, une théorie et une pratique essentiellement distinctes ou séparées l'une de l'autre dans l'art de l'ingénieur; il y a l'exécution de ce que fait ou fait faire l'ingénieur, puis l'explication de cette exécution : explication qui doit être la plus claire, la plus générale et la plus suggestive, sans laquelle l'exécution n'est plus qu'un tâtonnement, et le succès un hasard heureux, qui se démentira au premier incident nouveau. C'est ce que l'on appelle la théorie, mais qui ne saurait se séparer en soi de la pratique, dont elle est le véritable guide et la démonstration.

De pratique infaillible, opérant à coup sûr, sans tâtonnement et sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aucun imprévu, on peut dire qu'il n'en existe guère, qu'il n'en existera peut-être jamais, mais qu'on s'en rapprochera d'autant plus que la théorie sera plus complète et mieux comprise. Quant à l'hypothèse soutenue par certains auteurs du *referendum* : que la culture théorique ou scientifique, « nuisant à l'originalité », empêche les jeunes ingénieurs d'abord de se caser, puis de se « développer pratiquement », elle ne peut vraisemblablement provenir que d'un malentendu. Qu'il y ait des savants, ou plutôt des érudits sans originalité : ce n'est pas là la question, mais bien d'établir que ce manque d'originalité provient de leur instruction. On ne saurait y prétendre en citant quelques ignorants ingénieux, qui furent parfois, à force de persévérance et de volonté, des inventeurs heureux, tandis que ceux qui ont tant soit peu fréquenté les inventeurs savent, au contraire, combien souvent l'absence de connaissances théoriques et le défaut d'une éducation scientifique rendent inutile le travail des imaginations les plus fécondes. Une idée réellement ingénieuse peut sortir parfois du cerveau d'un ignorant, mais il faudrait, à côté de cette rare merveille, compter les insuccès disparus sans laisser de trace, et qui sont, en fait, innombrables. Et, à côté de ces quelques bonnes fortunes, combien de grandes inventions impossibles sans l'alliance féconde de la théorie et de la pratique; ne suffit-il pas de rappeler, de nos jours seulement, les grands noms de Pasteur et de sir William Thomson?

Donc, quel que soit le rôle que l'on assignera dans l'avenir aux laboratoires de mécanique, ils doivent être considérés comme les auxiliaires de l'enseignement fondamental; car, en mécanique, comme dans toutes les sciences, les principes sont tout. Il n'y a pas deux mécaniques : l'une théorique, l'autre appliquée, il y a les principes de la mécanique et l'application de ces principes; et il faut, évidemment, que l'enseignement de ces principes prime tout, afin que leur application ne soit pas inconsciente, c'est-à-dire, purement empirique, livrée à tous les hasards d'une témérité irréfléchie. Ajoutons que l'enseignement théorique, une fois l'école quittée, ne se retrouve jamais, tandis que l'on peut souvent retrouver, en dehors de l'école, à peu près tout ce que donnerait le laboratoire, et l'on aura, à notre avis du moins, une raison de plus pour ne pas sacrifier la partie capitale de l'enseignement de la mécanique à ce qui n'en pourra jamais être qu'un très utile complément.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

DE L'EMPLOI RATIONNEL DES HOUBLONS EN BRASSERIE, PAR M. E. FLEURENT, PRÉPARATEUR DU COURS DE CHIMIE INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS.

Sous le nom de houblonnage on désigne, dans la technique de l'art du brasseur, l'opération qui consiste à aromatiser, à l'aide des fleurs du houblon, le moût sucré que la saccharification de l'orge a fourni et que bientôt on fera fermenter sous l'influence de la levure de bière.

Qu'il ait opéré par infusion ou par décoction, peu importe; c'est toujours de la même façon que le brasseur travaille alors : le moût sucré introduit dans de grandes chaudières y est vivement porté à l'ébullition et, bouillant, additionné de houblon.

Les quantités de fleurs employées au houblonnage varient suivant les différentes contrées, d'abord, et ensuite, dans chaque contrée et pour les mêmes procédés de fabrication, suivant le degré d'amertume que le houblon peut communiquer à la bière. Le tableau suivant donne une idée des proportions de houblon employées dans la fabrication des principales sortes de bière.

Quantités de houblon employées par hectolitre de bière finie (1).

			kil. gr.
Bières par infusion et fermentation haute.	Bière française double.		0,500
	Bières belges.	Faro.	0,400
		Louvain	0,300
	Bières anglaises.	Pale ale.	0,800
		Stout.	1,000
Bières par décoction et fermentation basse.	Bière de Bavière.		0,325
	Bières autrichiennes.	Vienne.	0,330
		Pilsen	0,550

La durée de l'ébullition des moûts avec le houblon est elle-même variable : elle n'est jamais inférieure à deux heures et elle se prolonge quelquefois pendant quatre et même cinq heures, suivant les régions et suivant le goût du fabricant.

C'est un point capital en brasserie que cette question du houblonnage des moûts : de cette pratique dépendent en effet, en grande partie du moins, les qualités gustatives de la bière finie en même temps que sa résistance à l'invasion des parasites microbiens qui trouveraient en elle un milieu favorable à leur évolution. Cependant, si le brasseur gradue soigneusement la proportion du

(1) Ce tableau est emprunté au cours professé par M. Aimé Girard au Conservatoire national des Arts et Métiers. F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

houblon qu'il emploie en vue de la qualité qu'il veut obtenir, il n'apparaît pas, jusqu'ici, qu'il se soit préoccupé sérieusement des transformations internes qui s'opèrent durant cette partie de son travail ; les écarts entre les durées minima et maxima de cuisson, écarts qu'aucune donnée scientifique sérieuse ne justifie, sont une preuve de son indifférence à cet égard.

Or, quelles sont les réactions chimiques générales qui se produisent à ce moment? Elles sont de deux sortes : sous l'influence du tannin apporté par le houblon, une partie des matières albuminoïdes du moût est insolubilisée sous la forme d'un précipité qui va s'agglomérant jusqu'au moment où, ayant pris assez de cohésion, il se sépare assez facilement du liquide en produisant ce phénomène qu'en langage technique on désigne sous le nom de « cassure » ; en même temps, une partie de l'huile essentielle et de la résine amère contenues dons les grains de lupuline entre en dissolution et vient donner à la bière que fournira la fermentation la saveur et le parfum recherchés par le consommateur. Mais si, comme le dit notre éminent maître M. Aimé Girard, dans son rapport sur l'Exposition de Vienne en 1873, la recherche par une partie du public des bières fortement amères doit être considérée comme une erreur du goût, il est permis de se demander si la production des bières de cette sorte n'est pas plutôt due à la durée de l'ébullition qu'à l'exagération de la proportion des houblons employés et si une amertume désagréable ne se substitue pas, dans ces conditions, à la saveur modérée, mais plus fine qu'on obtiendrait en réduisant dans de justes limites la longueur de la cuisson.

Il est à remarquer que la nature des eaux employées pour la saccharification de l'amidon du malt joue un rôle important dans l'extraction de l'amertume du houblon. C'est un fait reconnu, notamment, que les eaux dures ont un faible pouvoir dissolvant vis-à-vis des principes qui déterminent cette amertume, tandis que ce pouvoir est notablement augmenté lorsqu'on travaille avec des eaux douces contenant en solution certains sels, du sulfate de soude par exemple. Mais, indépendamment de la composition des matières premières employées, une autre question se pose dont l'importance est grande : c'est la question de savoir si la durée de l'ébullition des moûts avec le houblon a une limite au delà de laquelle le brasseur altère la qualité de sa bière et diminue sa résistance à la conservation. Si, en effet, semblable limite existe, sa fixation ne peut que rendre service à l'industrie de la brasserie en remplaçant une pratique routinière par une méthode de travail basée sur les données certaines de la science expérimentale.

Le problème ainsi posé devait certainement attirer, tôt ou tard, l'attention des praticiens. En Angleterre, où la fabrication des bières par infusion et fermentation haute a une si grande importance, il a été l'objet, cette année, d'une étude sérieuse, faite il est vrai au point de vue exclusif des méthodes et des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

produits anglais, mais qui n'en place pas moins, et d'une manière générale, la question sous son véritable jour.

Le numéro du mois d'avril des *Transactions of the Institute of brewing* de Londres contient une communication de MM. Lawrence Briant et Meacham, communication où les propriétés des houblons de brasserie et leur action sur les moûts sont étudiées de très près et dont nous résumons ci-dessous les points les plus importants.

Nous diviserons cette étude en trois parties : dans la première, nous poserons succinctement les conditions qui doivent présider à l'échantillonnage des houblons ; dans la deuxième nous examinerons rapidement les propriétés des houblons de différents âges et enfin dans la troisième partie nous étudierons la façon dont les houblons choisis se comportent dans la chaudière à cuire et les propriétés qu'ils communiquent par la suite aux bières à la fabrication desquelles ils concourent.

1. L'art de reconnaître, entre des houblons de différentes provenances, celui qui présente les meilleures qualités pour la brasserie, ne peut être que le fruit d'une longue pratique et d'une grande attention. Il est donc inutile et impossible, de chercher à dessiner, dans tous leurs détails, les aspects divers sous lesquels le brasseur pourra examiner les échantillons entre lesquels il devra fixer son choix ; mais parmi les qualités principales qui arrêteront nécessairement son esprit, il en est deux qui, en dehors de l'effet général produit de prime abord, doivent être de sa part l'objet d'un sérieux examen ; nous voulons parler des propriétés de la lupuline et du parfum nécessaire que l'échantillon doit répandre.

La lupuline, formée de petits grains disposés à la base des bractées des cônes de houblon contient, suivant Hayduck, un mélange de trois résines : l'une, la résine α, précipitable par le sous-acétate de plomb, a une influence antiseptique marquée, notamment sur le ferment lactique, mais elle n'arrête pas le développement du ferment acétique et de la sarcina (*Pediococcus cerevisiæ*) ; la résine β, non précipitable par le sous-acétate de plomb, mais soluble comme la résine α dans l'éther de pétrole, est susceptible comme celle-ci de communiquer au moût une amertume intense ; enfin la résine δ, insoluble dans l'éther de pétrole, ne possède qu'une amertume relativement faible. Les chiffres suivants indiquent la solubilité de ces trois résines dans cent parties d'eau :

Résine α.	0,042
— β.	0,048
— δ.	0,058

C'est à ces résines, diversement solubles dans le moût, que la bière doit la saveur amère qui est une de ses qualités principales, d'où cette conséquence que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'examen de la lupuline est d'une importance capitale dans le choix des houblons A ce sujet nous dirons que, indépendamment de la couleur des cônes qui peut varier du vert jaunâtre pâle au vert grisâtre sombre, il convient de considérer la couleur propre de la lupuline : celle-ci doit être d'un jaune brillant; frottée sur la main, la lupuline, en outre, ne doit pas être dure, mais au contraire d'un toucher doux et huileux.

Quant au parfum répandu par l'échantillon à choisir, il est dû à une huile essentielle spéciale, analogne à l'essence de térébenthine, dans laquelle Gresshof, a signalé la présence de l'aldéhyde valérique. Durant l'emmagasinement, cette aldéhyde valérique peut s'oxyder et c'est à l'acide valérianique résultant qu'est due l'odeur de fromage que l'on rencontre si souvent dans les vieux houblons. L'examen du parfum se fait de la façon suivante : on choisit un cône que l'on frotte quelques instants entre les doigts, celui-ci doit alors répandre un bouquet fin, caractéristique, exempt de toute odeur telle que le « brûlé », qui indiquerait un échantillon desséché à trop haute température, ou le « crû », le « vert » qui caractérise au contraire un échantillon exposé à une température trop basse.

La détermination du degré de maturité d'après l'adhérence des bractées au pétiole et enfin l'analyse chimique, le dosage du tannin, des matières azotées et des sels solubles notamment, achèveront, s'il est nécessaire, de fixer le choix du brasseur en complétant les connaissances que l'examen physique de l'échantillon lui aura fournies.

2. Pour aider à la recherche des qualités énoncées précédemment, il est bon de dire que les conditions météorologiques qui ont présidé au développement des houblons influent notablement sur leur composition chimique, notamment sur la quantité de résine qu'ils contiennent. Les expériences de MM. Briant et Meacham, faites pendant les années 1891 et 1892, la première très pluvieuse, la seconde très chaude au contraire, démontrent en effet la supériorité des houblons développés durant les saisons les plus ensoleillées, et il n'est pas douteux que de tels houblons doivent être choisis de préférence par le brasseur soucieux de la renommée de ses produits.

Mais c'est surtout pendant l'emmagasinage que les qualités des houblons se modifient et que, malgré l'opinion de certains brasseurs, ils perdent, en veillissant, la valeur qu'ils possédaient primitivement; les grains de lupuline deviennent durs et bruns, l'odeur de fromage produite par l'acide valérianique apparaît, le tannin est en partie oxydé, en un mot, les propriétés initiales sont entièrement modifiées. Deux expériences vont du reste fixer l'opinion à ce sujet.

Dans la première on a pris, au sortir de la touraille, un échantillon qu'on a divisé en deux paquets, l'un a été soumis à un traitement préservatif, l'autre a été conservé dans les conditions ordinaires à côté du premier. Six mois après,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les deux échantillons ayant été soumis comparativement à l'analyse chimique, on a reconnu que le second avait perdu vingt pour cent de son tannin et une partie notable de sa résine totale, il contenait en outre un dixième en plus d'humidité.

Dans la seconde expérience, on a comparé entre eux deux échantillons de houblon, l'un nouveau, l'autre âgé d'un an seulement. Un moût de brasserie a été divisé en deux parties ; l'une A a été houblonnée avec le houblon d'un an, l'autre B a été additionnée de la même quantité de houblon nouveau. La durée de l'ébullition a été strictement la même dans les deux cas et les bières obtenues après fermentation, mises en fûts ont été conservées côte à côte dans une chambre dont la température était intentionnellement maintenue entre 21° et 26° ; les tonneaux étaient enveloppés dans des sacs maintenus humides afin de conserver le bois parfaitement étanche. L'examen chimique des deux échantillons a eu lieu simultanément à différentes époques et les observations recueillies sont consignées dans le tableau suivant :

A. — Houblon d'une année.

B. — Houblon nouveau.

	Date de l'analyse.	Acidité.	Remarques sur la qualité des bières.
	—	—	—
A.	22 février.	0,063	
B.	—	0,063	
A.	6 mars	0,099	Pas tout à fait claire.
B.	—	0,079	Claire.
A.	13 mars	0,117	Distinctement acide et trouble.
B.	—	0,081	Claire, saine, et de bonne saveur.
A.	27 mars	0,157	Entièrement malsaine.
B.	—	0,081	Saine et claire.

Ainsi que l'indique ce tableau, les bières houblonnées avec des houblons nouveaux se clarifient bien et conservent leur qualité, tandis que les bières à la fabrication desquelles le houblon provenant de l'année précédente a concouru s'acidifient rapidement et sans avoir pu s'éclaircir.

Une seconde série d'expériences, faites dans les mêmes conditions, a confirmé les résultats précédents, ainsi que l'indiquent les chiffres suivants ; la température de conservation a été, dans ce cas, de 26° à 32° et maintenue pendant un mois.

	Date de l'examen.	Acidité.	Remarques.
	—	—	—
A.	29 novembre.	0,189	Acide et trouble.
B.	—	0,144	Claire et beaucoup plus saine.
A.	12 décembre.	0,225	Sûre et épaisse.
B.	—	0,147	Pas tout à fait claire, mais beaucoup plus saine que A.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, ces chiffres se rapportent à des houblons de provenance anglaise. Les houblons du continent, ainsi que MM. Briant et Meacham le font observer du reste, ont un pouvoir préservatif qui d'après leurs expériences est d'environ deux fois supérieur à celui des houblons de la Grande-Bretagne. Néanmoins, toutes proportions gardées, les houblons nouveaux sont, en brasserie, d'un emploi préférable aux houblons d'un an et quant aux houblons plus vieux, surtout de trois ou quatre années, ils ne communiquent à la bière qu'une amertume peu appréciable au goût et ne possèdent plus aucun pouvoir antiseptique.

3. Nous arrivons maintenant à la troisième et dernière partie de notre étude, c'est-à-dire à l'observation des réactions chimiques qui se produisent durant la cuisson des moûts avec les fleurs de houblon. Les recherches de MM. Briant et Meacham ont porté sur deux points principaux : 1° la détermination de l'influence qu'exerce la durée de l'ébullition sur la quantité de matières albuminoïdes coagulées et sur le degré de qualité et de conservation de la bière ; 2° la solution du problème suivant : le pouvoir antiseptique est-il dû à la résine ou au tannin contenu dans le houblon ?

Pour l'étude de la première question plusieurs expériences ont été faites.

Un moût de brasserie a été porté à l'ébullition, additionné d'une quantité de houblon d'environ $1^{kg},850$ par hectolitre et des échantillons ont été prélevés à différentes époques de la cuisson. Ces échantillons étant refroidis, on y a dosé les matières albuminoïdes solubles ; on les a ensuite additionnés de la même quantité de levure et, après fermentation, les bières auxquelles on a ajouté du houblon sec (150 gr. par hectolitre) ont été conservées ; on y a, de même, dosé les matières albuminoïdes solubles et on les a examinées de temps en temps. Le tableau suivant donne pour cent parties d'extrait sec les matières azotées (Az × 6,3) contenues dans le moût et la bière correspondante :

Durée de l'ébullition.	Matières azotées solubles.	
	Moût.	Bière.
3 minutes (sans houblon).	5,8	»
20 — (houblon ajouté dans l'intervalle). . .	5,77	3,40
40 —	5,81	3,36
60 —	5,81	3,37
80 —	5,77	3,37
100 —	5,74	3,35
120 —	5,81	3,34

Ces chiffres montrent que, dans le moût comme dans la bière, quelle que soit la durée de l'ébullition, la quantité de matières azotées solubles est la même ; mais les bières obtenues dans les essais précédents présentaient au point de vue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du goût et de la conservation des propriétés différentes. D'une manière générale, la bière obtenue après une ébullition supérieure à soixante minutes manquait de caractère, celle de vingt minutes était très pauvre en saveur, celle de quarante minutes était un peu meilleure ; *au contraire, la bière obtenue après une heure de cuisson possédait la pleine saveur odorante du houblon avec une finesse de caractère parfaitement marquée.*

La stabilité des bières obtenues a suivi la même loi que celle de la qualité (1), c'est-à-dire que la bière obtenue avec le moût qui a bouilli une heure en présence du houblon a le mieux résisté aux fermentations secondaires.

Mais ce pouvoir de résistance de la bière aux microbes pathogènes est-il bien dû à l'influence du houblon? Pour le démontrer, deux moûts de brasserie ont été préparés dans des conditions identiques : l'un A a été houblonné à raison de $1^{kg},250$ par hectolitre ; l'autre B, à raison de $2^{kg},500$, soit d'une quantité double. On a dosé les matières albuminoïdes solubles avant et après la cuisson, les chiffres obtenus sont mentionnés dans le tableau suivant :

Matières albuminoïdes solubles p. 100 d'extrait sec.

	A	B
Avant la cuisson.	5,93	6,01
Après.	5,75	5,83

Ces chiffres démontrent que la quantité des matières albuminoïdes précipitées est la même dans les deux cas. Les bières obtenues dans ces conditions, après fermentation, ont été conservées à la température de 26° et, alors que l'échantillon A était complètement altéré, l'échantillon B, au contraire était encore à peu près sain : les dosages de l'acidité, mentionnés ci-dessous, confirment ces résultats :

Dates de l'analyse.	Acidité.	
	A	B
14 février.	0,090	0,099
14 mars.	0,198	0,180
28 mars.	0,252	0,216

Le pouvoir antiseptique du houblon étant ainsi démontré, il reste à savoir si ce pouvoir est dû aux résines, comme l'affirme Hayduck, ou au tannin, comme l'affirme Griessmayer. Or, si on soumet à l'analyse des houblons ayant servi à

(1) Il est à regretter que cette dernière assertion ne soit pas, comme précédemment, basée sur les dosages de l'acidité à différentes époques de la conservation. Ces dosages, qui ont dû être certainement faits, ne sont pas mentionnés dans le mémoire original de MM. Meacham et Briant. Cependant, nous pouvons dire que des expériences faites, sur les indications de M. Aimé Girard, dans une de nos grandes brasseries de France, avant la publication du mémoire qui fait l'objet de cet article, ont donné des résultats analogues aussi bien en ce qui concerne la qualité que le degré de stabilité des bières obtenues. F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une première cuisson, on y reconnaît toujours la présence d'une certaine quantité de tannin qui diminue par le passage dans une deuxième puis une troisième chaudière. Si donc, le pouvoir préservatif du houblon est dû au tannin, le retour à la chaudière de cônes ayant déjà servi semble indiqué, tandis que, s'il est dû à la résine α, les vues de Hayduck sont confirmées par la pratique d'une simple ébullition. Les expériences suivantes sont à ce sujet particulièrement intéressantes.

Deux moûts de brasserie, obtenus dans les mêmes conditions, ont été houblonnés de la façon suivante : l'un A a été additionné d'un seul coup de la quantité de houblon jugée convenable ; l'autre B a été réparti en parties égales dans des chaudières séparées. Dans l'une, on a ajouté la quantité dosée de houblon et maintenu l'ébullition pendant un temps déterminé, puis le houblon ayant subi ce premier traitement a été passé dans la seconde chaudière où l'on a maintenu l'ébullition pendant le même temps sans addition de houblon frais ; les liquides des deux chaudières, mélangés ensuite, ont été, en même temps que A, mis en fermentation, puis conservés dans des conditions identiques. Les bières A et B ont été dégustées et analysées de temps en temps ; l'échantillon A a été trouvé bien supérieur comme qualité et, quant au degré de conservation, les dosages de l'acidité donnés par le tableau suivant ne laissent aucun doute sur la supériorité du même échantillon.

Dates de l'analyse.	Acidité.	
	A	B
25 février.	0,090	0,090
6 mars.	0,090	0,095
13 avril.	0,152	0,234

La conclusion de ces expériences est facile à tirer et confirme l'opinion de Hayduck : le pouvoir antiseptique du houblon est dû, non au tannin, mais à la résine contenue dans les grains de lupuline.

Quant à l'influence de la durée de l'ébullition sur l'extraction de cette résine amère, elle varie avec l'âge des houblons employés. La dissolution de cette totalité des principes qui déterminent l'amertume est longue dans le cas des houblons jeunes, elle est deux fois plus courte lorsqu'il s'agit des houblons de l'année précédente et trois fois plus courte lorsqu'il s'agit des vieux houblons. MM. Briant et Meacham expliquent ce fait par la présence de l'huile essentielle qui existe en plus grande quantité dans les houblons nouveaux que dans les houblons anciens et qui selon eux, empêche la solubilité de la résine amère, nécessitant ainsi une plus longue ébullition dans le cas des houblons nouveaux (1).

(1) Il est douteux, cependant, que le retard apporté à la dissolution des principes amers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, le travail de MM. Briant et Meacham est très important au point de vue de ses conséquences et il dénote, chez ces auteurs, un sens pratique approfondi. En France, où l'industrie de la brasserie tend à relever de jour en jour la qualité de ses produits, il est à désirer de voir les fabricants ne pas borner exclusivement leurs soins au travail de la trempe et de la fermentation et tenter au sujet du houblonnage des moûts des expériences dont l'industrie nationale récolterait les fruits.

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 12 Janvier 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

En ouvrant la séance *M. le Président* prononce l'allocution suivante :

Messieurs et chers collègues,

Avant de commencer la séance, je tiens à vous adresser mes très vifs remerciements pour les suffrages que vous avez bien voulu porter sur mon nom en m'élevant pour cette année encore à la Présidence.

Je sens tout le prix de cet honneur et aussi le poids de la charge qu'il m'impose; mais vous m'avez habitué à votre bienveillance et je connais toute votre indulgence. Permettez-moi de compter encore sur l'une et sur l'autre.

Je suis heureux maintenant d'avoir à vous annoncer la promotion au grade de commandeur de la Légion d'honneur de mon honorable prédécesseur, M. Haton de la Goupillière. C'est la juste récompense de ses éminents services qui ont été toujours si hautement appréciés par nous; vous vous associerez certainement à moi pour applaudir à cette grande distinction.

Malheureusement M. H. de la Goupillière presque au même moment a été cruellement frappé dans ses affections de famille. Aussi est-ce un témoignage de profonde sympathie que je vous propose de lui donner ici avec inscription au procès-verbal.

M. le Président de la Société internationale des Électriciens invite les mem-

du houblon soit dû à la présence de l'huile essentielle. Des expériences faites au laboratoire de M. Aimé Girard par M. Lanier et par moi, il résulte en effet que la presque totalité de cette huile a disparu, entraînée par la vapeur d'eau, dix à quinze minutes après le commencement de l'ébullition; la durée de la cuisson étant au minimum de deux heures, du moins jusqu'à présent, l'essence de houblon ne peut donc jouer que pendant un faible espace de temps le rôle que lui prêtent MM. Meacham et Briant. L'extraction plus rapide, des principes résineux amers, constatée pour les houblons plus âgés, ne serait-elle pas plutôt une conséquence de la modification de la lupuline durant l'emmagasinage, modification dont parlent les auteurs dans le courant de leur mémoire? F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bres de la Société d'encouragement à assister à une réunion spéciale, le mercredi 24 janvier, à 8 heures et demie du soir, dans laquelle M. Cornu, membre de l'Institut, traitera de la *synchronisation magnétique*.

M. Péraux, de Nancy, présente divers abaques pour le jaugeage des tonneaux. (Arts mécaniques.)

M. Boileau, hôtel de la Tournelle, quai de la Tournelle, 68. — Mémoires de concours pour les appareils diminuant la fumée des foyers industriels. (Arts mécaniques.)

M. Chapsal, sous-chef du mouvement de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, rue d'Amsterdam, 79. — Note sur un système de modérateur pour frein à air comprimé. (Arts mécaniques.)

M. le vicomte Decazes, rue Lauriston, 25. — Théorie des frottements dynamiques, et application à la navigation aérienne. (Arts mécaniques. Concours.)

M. de Faramond de Lafajole, ingénieur mécanicien, cité Vaneau, 14. — Moteur à huile lourde de pétrole. (Arts mécaniques. Concours.)

M. Barbé, rue Duvivier, 19. — Lampe à incandescence électrique. (Arts économiques.)

M. Serveaux, boulevard de la Villette, 142. — Allumoir automatique. (Arts économiques.)

M. Luce, rue du Port, 73, à Granville (Manche). — Étude sur la navigation aérienne. (Arts mécaniques. Concours.)

M. Alfred Morcrette, mécanicien, rue Godefroy-Cavaignac, 24. — Machine pour graver sur métaux. (Constructions et Beaux-Arts.)

La Société impériale polytechnique de Russie demande l'échange de ses publications, dont elle adresse un spécimen, avec le bulletin, de la Société. (Bulletin.)

M. Fromholt, rue Simart, 3. — Mémoire sur la fabrication et l'application de l'outillage diamanté au sciage et à la perforation des roches. (Arts mécaniques.)

M. Bouchez, juge de paix, à Anglure (Marne). — 1° Traité pratique d'arboriculture ; 2° Mémoire sur la crise agricole, ses causes et ses effets. (Agriculture.)

X. — Mémoires sur l'industrie Choletaise. (Commerce. Concours.)

X. — Étude d'un centre industriel portant pour devise : *Le travail c'est la liberté*. (Commerce. Concours.)

M. Maurice de la Sizeranne demande que l'Association Valentin Haüy soit admise à concourir pour le prix d'Aboville. (Commerce.)

M. Rigaux, à Annecy (Savoie). — Étude sur la constitution physique et la composition chimique comparées des terrains de la Savoie. (Agriculture.)

M. François Lugrin, directeur de la Station expérimentale de Gremaz-sur-Thoiry (Ain). —Mémoire sur la question de repeuplement des rivières non navigables et étangs en poissons et écrevisses. (Agriculture.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Société d'agriculture de Meaux. — Étude sur la constitution physique et la composition chimique comparées des terrains d'une des régions naturelles ou agricoles de la France. (Agriculture. Concours.)

M. Aimé Arnaud. — Perfectionnements apportés à l'extraction de la gutta-percha des sapotacés et autres arbres ou lianes produisant cette gomme. (Arts mécaniques.)

M. Serullas, hôtel du Saumon, passage du Saumon. — Note sur la gutta-percha. (Arts économiques.)

M. Baudin, rue des Trois-Couronnes, 1. — Moyen pour rendre les tissus ininflammables. (Arts économiques.)

Ouvrages offerts a la société. *Ministère des Finances. — Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année* 1892.

Rapport général sur les statistiques des douanes pour 1892. *Indo-Chine française. — Rapport sur les opérations des caisses d'égargne en* 1892.

Ministère des Travaux publics. — Statistique des chemins de fer français au 31 *décembre* 1892.

Annuaire pour l'an 1894, publié par le Bureau des longitudes. Gauthier-Villars et fils, éditeurs.

M. F. Bloch. — Eau sous pression. Appareils producteurs d'eau sous pression. 1. vol. de l'*Encyclopédie Léauté.*

Comité de conservation des monuments de l'art arabe. Exercice 1892. Le Caire.

Imperial Institute of the United Kingdom, the colonies and India. Annual Report for 1893.

Revista industrial de Minas Geraes. N° 1. *Ouro Preto*, 1893.

Nomination des membres de la société. Sont nommés membres de la Société :

M. Maurice Terré, ingénieur des constructions navales, à Paris (membre à vie), présenté par *M. Bienaymé.*

M. Louis Danthon, manufacturier à Laroche, près Bourganeuf (Creuse), présenté par *M. Aimé Girard.*

Société des ciments français de Boulogne-sur-Mer, présentée par *M. Appert.*

Rapport. — *M. Hirsch*, au nom du Comité des Arts mécaniques, présente un rapport sur un surchauffeur de vapeur du système *Dusert* et *Epèche*, construit par *M. Henri Satre*, à Lyon.

Après des considérations générales sur les appareils à surchauffer la vapeur d'eau, et un résumé historique des travaux exécutés pour résoudre ce problème, le rapporteur décrit l'appareil présenté par M. Satre et donne les résultats avantageux qui ont été obtenus.

L'essai de MM. Dusert et Epèche paraît présenter une importance sérieuse et, en conséquence, le Comité des Arts mécaniques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Satre de son intéressante communication et de décider

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que le présent rapport sera inséré dans le *Bulletin* avec figures dans le texte.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Appareils de vaporisation instantanée. — M. Serpollet*, ingénieur-constructeur, rue des Cloys, 27, fait une communication sur ses générateurs à vaporisation instantanée.

M. Lesourd a fait, il y a quelques années, à la Société d'Encouragement, une communication sur les générateurs Serpollet.

Cette invention n'était encore à cette époque que dans la première période des essais; il lui manquait, pour répondre aux objections qu'on pouvait soulever contre elle, une mise en pratique régulière et surtout la consécration du temps.

Depuis la première communication, des perfectionnements nombreux ont été réalisés, des données exactes ont été établies et un grand nombre d'applications de générateurs de puissance et d'emplois différents ont été faites.

Les plus anciennes datent du mois d'octobre 1890. Les chiffres économiques de leur rendement se sont maintenus les mêmes jusqu'ici, j'en citerai quelques-uns plus loin.

Dans le principe, ces générateurs étaient formés par des tubes de 10 millimètres d'épaisseur, en acier, aplatis et roulés en spirale.

Ils étaient protégés contre la déformation par un solide entretoisement.

Mais ils ne sont devenus d'un emploi pratique que lorsqu'on a pu assigner au vide intérieur une régularité parfaite.

Ce résultat a été obtenu par l'emploi du grès emprisonné par le laminage entre les parois des tubes et conservant ainsi la régularité du vide intérieur jusqu'à l'achèvement de la fabrication; à ce moment on expulsait le grès qui, du reste, coulait du tube comme un fluide.

Près de cent générateurs de ce genre fonctionnent actuellement.

Malgré les bons résultats obtenus avec le tube en spirale, son emploi, à cause de sa forme encombrante, est limité à des puissances de 5 à 6 chevaux. Pour arriver aux générateurs de 15, 20 chevaux et plus, il fallait nécessairement employer le tube en barres droites disposées parallèlement et superposées en quinconces; mais leurs parois méplates ne pouvant plus être entretoisées, leur déformation était à craindre dans les pressions élevées : il fallait donc donner aux tubes une résistance venant de leur forme même. J'ai alors imaginé de les cintrer en forme de gouttière. Au lieu de travailler à la flexion, leurs parois travaillent ainsi, l'une à la traction, l'autre à la compression.

Les résultats ont été parfaits, leur fabrication est devenue très simple, le vide intérieur est absolument régulier et réglé par la matrice qui les emboutit.

Cette nouvelle forme a permis de diminuer le poids des générateurs, tout en augmentant leur rendement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un essai de résistance à outrance très curieux a été fait récemment en présence de plusieurs ingénieurs.

J'ai fait chauffer un tube à la température de 900 à 1000°, et, dans cet état, aumoyen d'une pompe de compression, on a fait monter la pression à 170 atmosphères, sans qu'il y ait eu déformation.

Nous avons appliqué récemment un générateur de ce type à la traction d'un tramway de la Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine ; il circule dans Paris, de la Madeleine à la place Clichy.

Ce générateur est formé par 36 éléments de 0,45 de long reliés deux par deux au moyen d'un coude. Ces 36 éléments sont placés sur 6 rangs de 6 et reliés en tension.

L'injection a lieu par la série du bas ; cette disposition permet de maintenir à une température très basse les tubes exposés à l'action directe de la chaleur.

La surface de chauffe de ce générateur est de 4 mètres.

A cause de la légèreté de nos appareils, on a pu transformer en automotrice cette voiture très légèrement construite.

Le poids de tout l'ensemble moteur est de 1500 kilos, eau comprise.

Grâce à un amortisseur, la vapeur d'échappement sort absolument sans bruit, et, grâce à la surchauffe qu'elle possède encore, elle sort invisible. La cheminée étant parfaitement dissimulée, il est impossible de reconnaître au premier coup d'œil le mode de traction employé sur cette voiture.

Les rampes de l'avenue de Clichy (48 millimètres par mètre) et de la rue de Rome sont gravies aisément à 16 kilomètres à l'heure.

La dépense de combustible par kilomètre est de 1^{kil}, 68.

Pour terminer, voici les chiffres de consommation relevés sur un moteur fixe installé à Paris, chez M. Plasson.

L'essai a été fait un dimanche, seul jour d'arrêt de ce moteur, qui n'a pu par conséquent subir aucune préparation et a fonctionné pour cet essai comme dans la pratique journalière.

Moteur horizontal :

Diamètre du cylindre	0^m,13
Course	0^m,13
Surface de chauffe mouillée du générateur	2^m,00
Introduction	66 p. 100
Nombre moyen de chevaux au frein	4 ch. 57
Consommation de combustible par ch. au frein	1 kil. 95
— d'eau —	16 lit. 57
Vaporisation par kilo de combustible	7 »

La température de la vapeur dans la boîte à vapeur était de 300°. Une pratique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de trois ans, sur un grand nombre de moteurs fournis, me permet d'affirmer aujourd'hui d'une façon certaine les deux points suivants :

1° Que l'emploi de la vapeur surchauffée à 300° est sans action nuisible sur les organes des machines;

2° Que l'emploi d'un épurateur, lorsque les eaux sont très chargées, ou les lavages périodiques du générateur au moyen de l'eau acidulée, mettent les générateurs Serpollet complètement à l'abri de toute obstruction.

D'autre part, l'inexplosibilité est absolue.

M. le Président remercie *M. Serpollet* de son intéressante communication qui est renvoyée au comité des Arts mécaniques.

Four à gaz — M. Bigot présente un mémoire intitulé « Notes sur la céramique » et qui comprend :

1° L'étude et la description d'un four à gaz permettant d'obtenir sans introduction d'air comprimé une température de 1600° dans une atmosphère que l'on rend oxydante ou réductrice à volonté. On peut donc ainsi dépasser de 200° le point de cuisson de la pâte dure de Sèvres.

Ce four, construit avec la collaboration de M. Lequeux, successeur de Wiessneeg, est une modification de celui qui a été imaginé par M. Seger, directeur de la manufacture de porcelaine de Berlin. Il est fondé sur la récupération partielle de la chaleur, principe depuis longtemps adopté dans l'industrie, mais qui n'avait pas encore été appliqué dans les laboratoires pour ce genre d'appareil.

Le four à récupération présente sur le four Perrot les avantages suivants :

Il est symétrique;

On peut le chauffer en flamme oxydante ou en atmosphère réductrice;

L'économie du gaz brûlé est au moins d'un tiers;

Il permet d'obtenir environ 400° de plus que le four Perrot.

Cet appareil exige un bon tirage.

2° La température, mesurée avec le couple thermo-électrique de M. Le Châtelier, est de 1 350° au bout de 2 heures; 1 450° après 2 heures et demie et environ 1 500° au bout de 3 heures. Si le tirage est excellent, on peut fondre le nickel en moins de 2 heures (1 450°). Il est bon de rappeler que le nickel ne fond pas dans les fours à porcelaine.

3° Les grès céramiques cuisent à une température comparable à celle de la porcelaine. M. Bigot a trouvé dans la plupart des grès une notable quantité de mica, qui constitue le fondant de ces matières et leur communique la propriété de n'être plus poreuses après la cuisson. L'auteur étudie en ce moment des grès artificiels qu'il prépare en mélangeant du kaolin avec de la chaux, de la baryte, etc.

4° La porcelaine a pour qualité essentielle d'être translucide. Le grès au contraire est opaque, et les émaux qui lui conviennent doivent cacher la pâte; on n'est donc plus astreint à employer seulement les couvertes vitreuses et glacées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et on peut chercher de nouveaux effets avec les tons mats ou les émaux cristallisés.

5° M. Bigot indique la différence entre les émaux mats et les émaux cristallisés; les premiers se produisent par suite de la volatilisation partielle des alcalis.

6° Il a étudié la coloration de divers métaux et en particulier du titane qui lui a donné toutes les couleurs de la gamme. Il a constaté que la couleur de ce dernier métal varie avec la température, la nature de la flamme et surtout avec les fondants qui l'accompagnent, même s'ils sont incolores.

7° En coordonnant les résultats de ses nombreuses expériences, M. Bigot a constaté que les émaux craquelés se produisent rarement si la substance fondante est du borax ou de la soude. Le tressaillement s'observe quand la température de la cuisson n'est pas suffisante ou quand la couverte est trop calcaire.

Les émaux à base de potasse sont plus souvent craquelés, surtout s'ils sont riches en silice ou en chaux. Cette dernière remarque avait déjà été faite par M. Lauth pour la porcelaine de Sèvres; on voit qu'elle s'applique également aux grès céramiques.

En résumé, M. Bigot a décrit et étudié un four de laboratoire destiné aux recherches céramiques à la fusion des terres et des métaux; il a établi la constitution des grès, cherché les émaux qui conviennent, démontré que la couleur de certains oxydes métalliques change complètement en présence d'oxydes incolores. Il a retrouvé une gamme d'émaux cristallisés et développé les principales causes qui font varier le coefficient de dilatation des couvertes.

M. le Président remercie *M. Bigot* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Arts chimiques.

Charbon antiphylloxérique. — M. Helouis fait une communication sur le charbon sulfuré bitumineux contre le phylloxera.

J'ai déjà eu l'honneur de présenter il y a quatre ans le charbon sulfuré antiphylloxérique à la Société d'Encouragement.

Depuis cette époque, cet insecticide a été soumis, tous les ans, à de nombreuses expériences officielles dans la Gironde et les Bouches-du-Rhône; il a subi, en outre, de notables perfectionnements.

Le charbon sulfuré s'applique surtout aux terrains perméables et peut remplacer avec succès le sulfure liquide qui ne s'applique pas à tous les sols en raison de sa trop rapide diffusion.

Les expériences faites en vue de ralentir la diffusion du sulfure ont été longtemps à l'ordre du jour, et c'est dans cet ordre d'idées que M. Grandeau écrivait, dans sa chronique agricole du *Temps* (25 août 1891), le passage suivant concernant la Champagne, dont les terres sont peu profondes.

« Il y a déjà longtemps, disait-il, qu'on a préconisé l'addition au sulfure de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

carbone de substances propres à ralentir la diffusion de ses vapeurs dans le sol, ou son mélange à des *substances absorbantes* permettant de distribuer l'insecticide à l'état solide comme on ferait d'un engrais; les expériences favorables à cette modification dans le traitement au sulfure sont nombreuses; le comité d'Épernay fera bien de s'en enquérir afin de les répéter en Champagne. »

Ainsi s'exprimait M. Grandeau. Or, le charbon sulfuré bitumineux, tel qu'il est fabriqué actuellement, paraît remplir toutes les conditions d'un insecticide à action persistante.

Parmi les nombreux expérimentateurs du charbon insecticide, je citerai seulement M. Schalbürg, président du syndicat agricole de Saint-Cristophle-Saint-Émilion (Gironde), et M. Vassillière, professeur départemental d'agriculture, qui ont expérimenté ce produit pendant plusieurs années.

Je signalerai en quelques mots les résultats obtenus par M. Schalbürg.

« Le sulfure de carbone, dit-il, est incontestablement le destructeur par excellence du phylloxera, et cependant, depuis seize ans qu'il est employé, il est loin d'avoir donné les résultats auxquels on était en droit de s'attendre, surtout dans certains sols.

« La cause principale de ses insuccès ou de ses succès incomplets est dans l'évaporation trop rapide du sulfure de carbone pur, qui n'agit que pendant très peu de jours. Il était donc urgent de trouver un moyen pratique de faire durer l'action des vapeurs de sulfure dans le sol au moins pendant un mois.

« Je crois que ce problème est victorieusement résolu par le charbon sulfuré bitumineux : voici deux ans que j'en fais l'essai dans mes vignes du Saint-Émilionnais; le résultat ne peut laisser aucun doute, car, depuis les traitements au charbon, le phylloxera est parfaitement détruit et la végétation est devenue très vigoureuse. »

Telle est la déclaration de M. Schalbürg, à laquelle j'ajouterai, comme conclusion, celle de M. Vassillière, expérimentateur officiel du charbon dans la Gironde.

« Les conclusions de mon rapport de novembre 1893, dit-il, établissent nettement la supériorité des nouveaux charbons sulfurés; leur durée d'action a été exactement de 27 jours, malgré la sécheresse excessive de 1893.

« Le sulfure au pal ne donne aucun bon résultat dans les sols à dominante d'argile et de calcaire. Il y occasionne de fréquents accidents de mortalité.

« Dans les mêmes sols, les charbons *ne tuent jamais la vigne*, et si le sol est bien divisé, quand on les emploie, ils guérissent ou, plus exactement, ils débarrassent pour un an la vigne d'une quantité suffisante d'insectes pour lui permettre de bien vivre et de bien fructifier.

« En résumé, la durée des charbons sulfurés, soutenue pendant une période relativement très longue, est suffisante, en saison normale, pour affirmer leur supériorité marquée sur les autres modes d'emploi du sulfure. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Telles sont les dernières conclusions de l'expérimentateur officiel de la Gironde.

Le charbon employé, granulé de la grosseur d'une noisette, est obtenu par la distillation en vase clos; il peut absorber jusqu'à quatre fois son poids de sulfure bitumineux.

Le sulfure bitumineux est obtenu par la dissolution d'un tiers de bitume pur dans deux tiers de sulfure de carbone.

L'absorption du sulfure bitumineux par le charbon est faite sous l'action du vide.

Le bitume retarde et régularise la diffusion des vapeurs du sulfure; il agit dans les pores du charbon comme un véritable septum dialyseur.

Il est facile, d'ailleurs, de reconnaître cette propriété du bitume en évaporant à l'air du sulfure bitumineux dans une capsule. Il se forme presque immédiatement à la surface du liquide une petite membrane dialysante qui ralentit l'évaporation.

Enfin, le charbon sulfuré est enrobé d'une couche de silicate de potasse, qui permet de répandre l'insecticide à la main à la façon d'un engrais.

L'emploi du charbon sulfuré est donc plus simple, surtout dans les vignes plantées en lignes; on ouvre des sillons à la charrue à droite et à gauche de la ligne des ceps, on y répand le charbon granulé et la charrue recouvre ensuite. Ce procédé permet ainsi d'obtenir du sulfure une diffusion lente et régulière dans tous les sols.

M. le Président remercie *M. Hélouis* de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité d'agriculture.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES REÇUS

Ernest PION, inspecteur principal de la boucherie de Paris, et **Paul GODBILLE**, vétérinaire, inspecteur sanitaire du bétail à La Villette. — **Vente et achat du bétail vivant.** Librairie Armand Colin et Cie, éditeurs, 5, rue de Mézières, Paris.

Ce livre intéressant est dû à la plume de deux spécialistes, depuis longtemps attachés comme inspecteurs au Marché de La Villette, aux Abattoirs de Paris et aux Halles centrales.

L'un des auteurs, M. Pion, a déjà fait paraître chez le même éditeur un ouvrage intitulé *Commerce de la Boucherie* dont j'ai parlé ici avec éloge. Ce second ouvrage, écrit en collaboration, est la suite nécessaire du premier.

Le Marché de La Villette y est d'abord décrit comme type, avec toutes les opérations qui s'y font, depuis le débarquement des bestiaux jusqu'à leur réexpédition en province ou leur passage aux abattoirs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ici que nous voyons passer en revue la situation des commissionnaires en bestiaux, la clôture des ventes, la réexpédition des bestiaux pour la province, le bétail invendu dit *de renvoi*, etc. Les pays de provenance et l'époque des arrivages des bestiaux qui approvisionnent le Marché de La Villette sont indiqués avec l'importance par pays d'origine.

La deuxième partie traite des modes de vente du bétail et des cours commerciaux sur les foires et marchés; puis sont développés le mouvement ascensionnel des prix du bétail depuis l'année 1800 jusqu'à nos jours et les fluctuations saisonnières. Cette partie de l'ouvrage est très intéressante, et, sans nous arrêter aux variations que peuvent amener le mouvement du prix de la viande, l'insuffisance des récoltes fourragères, l'existence de maladies contagieuses, etc., nous voyons avec satisfaction que MM. Pion et Godbille ont fait observer qu'il y a lieu de distinguer deux saisons d'arrivage sur le marché de Paris : 1° celle du bétail d'étable; 2° celle du bétail d'herbe. La première a lieu du 15 décembre au 15 juin, et la deuxième le reste de l'année.

La police d'ordre et la police sanitaire, avec toutes les précautions à prendre pour éviter toute contravention, font l'objet de la troisième partie. Une description simple des maladies contagieuses pourra mettre le lecteur propriétaire de bétail en garde contre sa confiance ou son incurie. Les nouvelles lois sanitaires y sont commentées avec soin.

Pour donner une idée de la manière dont les auteurs ont traité ces questions si importantes, nous citerons un passage concernant la tuberculose :

« Ce second paragraphe (concernant l'exclusion des viandes tuberculeuses) semble trop sévère; il autorise à saisir des viandes de première qualité où la maladie, toute locale, n'a pas gagné le muscle et n'a pu y déposer les dangereux bacilles. Une certaine latitude devrait être laissée à l'inspecteur, d'autant que des professeurs, comme M. Nocard, penchent scientifiquement pour l'indulgence, avec expériences à l'appui. Une éruption sur les parois de la poitrine ou de la cavité abdominale, coïncidant avec la tuberculisation d'un organe, ne saurait être regardée comme le résultat d'une généralisation de la maladie; car, à vrai dire, cette lésion inflammatoire tuberculeuse peut bien se produire par suite de la contiguïté d'un viscère envahi. Il faut bien faire remarquer aussi que les cas de transmission de tuberculose à l'homme par suite de l'ingestion de viande provenant d'animaux affectés de ce mal sont des plus rares. L'infection dans ces cas se traduirait par la tuberculose abdominale : or, de l'avis des médecins, cette forme de la maladie chez l'homme est excessivement rare. »

C'est pourquoi les auteurs pensent que l'utilisation des viandes d'animaux tuberculeux pour en fabriquer des conserves pourrait être pratiquée sans crainte.

La quatrième partie est consacrée au commerce international des bestiaux, et c'est elle qui comprend les droits de douane (tarif du 1er février 1892), la police sanitaire à la frontière.

Les auteurs ont expliqué les raisons qui interdisent l'entrée du bétail par mesure sanitaire, les dispositions spéciales concernant les moutons russes, allemands et austro-hongrois, et l'ordonnance qui régit le sanatorium du marché aux bestiaux de La Villette.

Les chapitres suivants s'occupent des foires de province, de l'achat des animaux destinés à l'engraissement, en même temps que des conditions multiples de la validité des ventes, et des garanties stipulées par le Code, en général, ou par les lois sanitaires, en particulier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ouvrage se termine par quelques renseignements sur le transport des animaux et leur dépôt dans les auberges, les droits d'octroi, et enfin les taxes de marché et d'abattoir.

Ce volume est donc indispensable aux fermiers, engraisseurs, cultivateurs, marchands, enfin, à tous ceux qui font commerce des animaux de boucherie.

Si ce manuel pratique a les honneurs d'une seconde édition, nous souhaiterions plus de développement dans les explications de la loi, plus d'exemples pratiques qui puissent éclairer les lecteurs sur les difficultés du code. Une trentaine de gravures éparses dans le texte donneraient à l'œuvre du charme et de la légèreté.

Sous ces réserves, qui sont plutôt des conseils bienveillants, MM. Ernest Pion et Paul Godbille ont rendu un très grand service aux vendeurs et aux acheteurs du bétail vivant, commerce qui prend chaque jour une importance plus considérable par suite des facilités de transport et de la consommation plus élevée de la viande de boucherie. Il est cependant une lacune que nous voulons signaler encore aux auteurs de cet ouvrage si remarquable: c'est qu'ils ne parlent pas du transport des animaux abattus. Nous croyons que c'est là que se trouvent les moyens d'éviter les maladies contagieuses et nous désirerions les voir étudier cette question. Il ne faut pas oublier que ce n'est que depuis que ce mode de transport a disparu que nous avons vu la fièvre aphteuse apparaître en France.

LAVALARD.

A. FISCH. — La photographie au charbon et ses applications. Paris, Ch. Mendel, 1893, 1 vol. in-12 broché.

L'auteur s'occupe principalement de la reproduction des dessins par la photographie, sujet d'une importance capitale par l'économie de temps et d'argent qu'il procure et par le grand développement qu'il a pris dans les ateliers de construction, les chemins de fer et diverses autres administrations. Les méthodes de reproduction des dessins se sont successivement améliorées dans ces dernières années, elles permettent aujourd'hui d'obtenir des copies inaltérables ressemblant aux dessins à l'encre de Chine ou aux épreuves qui sortent d'une presse d'imprimerie.

Parmi ces procédés, M. Fisch décrit ceux qui ont pour base le charbon ainsi que certaines matières colorantes douées également d'une grande stabilité et dont la fixation s'obtient directement sans réactions ni virages chimiques. Le procédé au charbon est le seul en effet qui donne des images absolument inaltérables, c'est le seul aussi que l'on puisse appliquer à la décoration du bois, de la porcelaine, des tissus. Les résultats qu'il fournit peuvent rivaliser de finesse avec ceux des méthodes usuelles et il a sur ces dernières l'avantage de présenter une gamme complète de tons, pouvant s'étendre à volonté du noir parfait au blanc pur.

L'auteur passe ensuite en revue les divers usages du bitume de Judée et décrit les derniers perfectionnements apportés à son emploi.

Le photocalque noir est l'objet d'un chapitre original dans lequel l'auteur expose le résultat de ses recherches personnelles et des nombreux essais auxquels il s'est livré pour rendre ce procédé industriel et pratique.

Voici les principaux sujets traités dans l'ouvrage de M. Fisch :

Procédé de photographie au charbon sur papier mixtionné et aux poudres colorées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Applications à la décoration du verre, de la porcelaine, du métal, du bois, de l'ivoire, des tissus ; à la production de portraits simili-camaïeux, de photographies lumineuses, de diapositifs, d'épreuves stéréoscopiques, de lithophanies, de filigranes. — Procédés au bitume de Judée pour la reproduction des calques et dessins en positifs directs. — Nouveau procédé de photographie industrielle pour la reproduction des dessins et plans faits sur toile ou papier à calquer, donnant directement des épreuves positives noires ou colorées, inaltérables, aux encres d'imprimerie sur fond parfaitement blanc, dit *photocalque noir*. — Différents autres procédés de reproduction inaltérable.

E. WALLON. — Choix et usage des objectifs photographiques. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). Paris. Gauthier-Villars et fils, 1893. 1 vol. in-8°, broché.

L'auteur s'est proposé de faire un manuel essentiellement pratique, une sorte de guide, où le photographe et l'amateur pussent trouver sans peine la solution des questions si diverses que comportent le choix et l'usage des objectifs. Il a évité tout ce qui pourrait exiger chez le lecteur des connaissances scientifiques spéciales et s'est attaché à rendre les recherches commodes et rapides.

Le premier chapitre de l'ouvrage expose les principes sur lesquels est fondée la construction de l'objectif photographique; il constitue la *partie théorique*, exempte d'ailleurs de tout calcul, et destinée à établir une classification rationnelle entre les divers types d'objectifs.

Leur description ouvre la *partie pratique* et se complète par un chapitre consacré aux opérations que l'on doit effectuer pour déterminer, sans instruments spéciaux, et de façon simple et rapide, les diverses caractéristiques d'un objectif, distance focale, ouverture utile, etc.

Le photographe y trouvera ensuite une série d'indications et de conseils sur le genre d'objectifs qu'il doit adopter suivant le but qu'il se propose, et, le genre étant donné, sur la manière de choisir et d'essayer un objectif.

Pour ce qui concerne l'usage, les questions relatives à la mise au point, aux agrandissements, à l'emploi des diaphragmes, au temps de pose, sont successivement traitées; enfin une série de tables et d'exemples numériques facilitent à l'amateur la solution des divers problèmes qu'il peut avoir à résoudre.

GUENEZ, du Laboratoire des Douanes. — **La Décoration céramique au feu du moufle.** Petit in-8°. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*) Paris. Gauthier-Villars et fils, 1893.

L'art de décorer les poteries à l'aide de peintures vitrifiables est aujourd'hui très répandu, et, en dehors de l'industrie qui accomplit en grand ce genre de travail, bon nombre d'amateurs, parmi lesquels on compte plus d'un peintre de talent, consacrent une partie de leur temps à la peinture sur porcelaine ou sur faïence.

Dans cette branche délicate des arts décoratifs, il est indispensable de connaître d'une manière aussi complète que possible les principes sur lesquels repose la décoration céramique, si l'on veut mener à bien son travail et ne pas s'exposer à des insuccès nombreux, si difficiles à éviter lorsqu'on n'est pas à même d'en apprécier la cause.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toute personne se livrant à la peinture vitrifiable doit donc posséder un ensemble de connaissances théoriques qu'il est assez long d'acquérir lorsqu'on est obligé d'aller les puiser soi-même à leurs différentes sources.

L'*Encyclopédie scientifique*, en publiant la décoration au feu de moufle, a voulu offrir au public un ouvrage réunissant tous les renseignements susceptibles de venir en aide au peintre céramiste et renfermant, à côté des données théoriques, les indications pratiques qui en dérivent.

La première partie de l'ouvrage est consacrée tout entière à la théorie et aux questions qui s'y rattachent ; c'est la chimie du peintre céramiste.

La seconde partie décrit avec détails les procédés pratiques.

Elle contient : la préparation des couleurs, leur mode d'emploi et leur application sur la porcelaine et la faïence et enfin la manière de cuire les peintures au feu de moufle.

Dans l'exposé des principes théoriques et des applications auxquelles ils ont donné naissance, on a cherché autant que possible à éviter les longues descriptions, de manière à présenter un ensemble concis et substantiel, où chacun puisse choisir les renseignements nécessaires au but qu'il se propose d'atteindre.

DUQUESNAY. — Résistance des matériaux.

(1 vol. in-8, Gauthier-Villars, Paris 1892.

Ce volume est un résumé substantiel de leçons faites par l'auteur à l'École d'application des manufactures de l'État.

Il est divisé en quatre parties.

Dans la première, l'auteur s'est attaché à présenter, sous une forme aussi simple que possible, la théorie relative aux formules qui sont d'un usage courant.

Dans la deuxième se trouve une série de données pratiques indispensables à tous ceux qui s'occupent de résistance. Les formules ont été groupées en tableaux pour en faciliter la recherche.

La troisième partie renferme un certain nombre d'exemples qui ont de fréquentes applications dans les constructions de machines ou de bâtiments ; tels que les calculs de résistance des câbles, des rivures, des arbres, des colonnes, des poutres, des frettes, des murs de soutènement, des ressorts de traction ou de torsion, etc.

Enfin, la quatrième partie contient une bibliographie complète, permettant au lecteur de recourir, soit à des traités plus détaillés, soit à des ouvrages spéciaux.

Cet ouvrage, complet et très pratique, rendra de grands services aux ingénieurs et aux constructeurs.

BIBLIOGRAPHIE.

JOURNAUX ET REVUES.

Comptes rendus de l'Académie des sciences. — *Séance du* 23 *octobre* 1893, n° 17.
Sur certaines conditions chimiques de l'action des levures de bière, par *J. Effront*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 30 *octobre*, n° 18. — Sur la température de cuisson du pain, par *Aimé Girard*.

Séance du 13 *novembre*, n° 20. — Détermination du poids atomique véritable de l'hydrogène, par *G. Hinrichs*.

Séance du 20 *novembre*, n° 21. — Amélioration des huiles de consommation et des huiles de graissage par un traitement électrique, par *L.-A. Levat*.

Séance du 29 *novembre*, n° 22. — Moyen de préserver les bois de la vermoulure, par *Em. Mer*.

Séance du 4 *décembre*, n° 23. — Sur les observations faites par *J. Vallot*, en 1887, au sommet du Mont-Blanc, par *A. Angot*. — Sur la stérilisation du pain et du biscuit sortant du four, par *Balland et Masson*.

Séance du 11 *décembre*, n° 24. — Les densités des vapeurs saturées, dans leurs rapports avec les lois de congélation et de vaporisation des dissolvants, par *F.-M. Raoult*. — Analyse des beurres du commerce, par *C. Viollette*.

Séance du 26 *décembre*, n° 26. — Sur le poids du litre d'air normal et la densité des gaz, par *A. Leduc*. — Méthode générale pour le dosage volumétrique de l'argent sous une forme quelconque, par *G. Denigès*.

Annales des Mines. — *Octobre* 1893. — Procédé d'essai des matériaux hydrauliques par *H. Lechatelier*. (Suite et fin.)

Note sur les relations entre la pression, le volume et la température de l'acide carbonique, par *C. Halckenaer*.

Novembre. — Note sur le système de distribution de vapeur à tiroirs d'admission, et d'échappements indépendants appliqué à des locomotives de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans, par *E. Polonceau*.

Mémoires de la Société des ingénieurs civils. — *Août* 1893. — Recherches sur les causes des accidents de chaudières multitubulaires, par *Ch. Compère*. — Notes sur les courants alternatifs polyphasés, par *G. de Chasseloup-Laubat*. — Les gisements aurifères de l'Italie, par *D. Federman*.

Septembre. — La Société des Ingénieurs civils pendant le siège de Paris, par *J. Gaudry*.

Octobre. — Suppression des appareils de démarrage dans une locomotive compound de l'État autrichien, par *A. Lavezzari*. — Compte rendu du voyage fait aux États-Unis d'Amérique, par une délégation de la Société des ingénieurs civils de France en août, septembre et octobre, par *Louis Rey*, président de la délégation. — Excursion complémentaire au Canada et à Boston, par *A. de Dax*.

Revue générale des chemins de fer. — *Octobre* 1893. — Expériences sur la dilatation des foyers de chaudières de machines. — Locomotives exécutées aux atelier de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest à Batignolles. — Note de *Rondelet*, sous-inspecteur du matériel. — Tubes à ailerons système *Serve*.

Novembre. — Comment s'use un rail en acier fondu, par *Alfred Harret*. — Causes de rupture des longerons des machines locomotives à cylindres extérieurs, par *Louis Lecoq*.

Voitures de 3e classe à quatre roues et essieux convergents libres écartés de 8m,40 des chemins de fer de l'Alsace-Lorraine. — Type de rail adopté par la Société des ingé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nieurs civils d'Amérique. — Expériences ayant pour but de déterminer le tirage produit en marche dans les différentes parties d'une chaudière locomotive.

Comité des Forges de France. — 7 *novembre*, 1893, n° 781. — Chronique industrielle. Grande-Bretagne. — 13 *décembre* n° 790. — Chronique industrielle. Allemagne. — n° 791. — Chronique industrielle. Grande-Bretagne.

Génie civil. — 2 *novembre* 1893, n° 5. — Procédé pour empêcher les conduites d'eau de geler ou pour les dégeler. La vaisselle en aluminium. — 4 *novembre*, n° 1. — Appareil pour la détermination de l'efficacité des hélices. — 11 *novembre*, n° 2. — Le touage électrique sur le canal de Bourgogne, par *Max de Nansouty*. Sur la mesure du volume des tonneaux et leur construction, par *T. Roca*. — 13 *novembre*, n° 3. — Nouveau système de distribution des lettres. — 9 *décembre*, n° 6. — Le café du Brésil, culture et traitement industriel, par *R. Legé*. — Recherches expérimentales sur la déformation des ponts métalliques, par *Ch. Rabut*. — 16 *décembre*, n° 7. — L'industrie de l'Ozokérite en Galicie, par *E. de Clercy*. — 30 *décembre* n° 9. — Notes sur quelques ponts suisses et suédois (suite), par *Jules Gaudard*.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. — *Octobre-novembre* 1893. — Rapports présentés au nom du comité de chimie sur les fécules modifiées obtenues par *Siemens et Halske*, de Berlin.

Revue industrielle. — 11 *novembre*, 1893, n° 45. — Moteur à pétrole liquide et locomobile à gaz de pétrole, système *Griffin*. — Des chaînes en acier sans soudure, par *Brunschwig*.

18 *novembre*, n° 46. — Mouton à vapeur, construit par la *Southgate Engineering C°*. Moteurs à ammoniaque pour la propulsion des voitures.

25 *novembre*, n° 47. — Moteur à ammoniaque de *M. Morgan Draper*. — Acier au ferro-platine procédé *Ester* et *Kozana*.

2 *décembre*, n° 48. — Voiture automobile électrique de la Compagnie générale des omnibus.

9 *décembre*, n° 49. — Moteur à gaz Grosstry d'une installation d'éclairage électrique, expériences faites à Lille, par *Aimé Litz*.

23 *décembre*, n° 51. — La galvanoplastie de l'argent, par le procédé Arcas.

Chronique industrielle. — 29 *octobre* 1893, n° 44. — Photo-impression système A. Villain.

5 *novembre*, n° 45. — Appareil à repasser les meules.

19 *novembre*, n° 47. — Alternateur volant O. Patin.

26 *novembre*, n° 48. — Le percement du Simplon.

10 *décembre*, n° 50 — Filtre mécanique système Feuillebois.

La Lumière électrique. — 11 *novembre* 1893, n° 45. — Sur l'essai chimique de la gutta-percha, par *A. Rigaut*.

18 *novembre*, n° 46. — L'Électricité à la septième exposition de l'Association nationale de la meunerie française, par *H. de Fonvielle*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2 *décembre*, n° 48. — Chemins de fer et tramways électriques, par *Gustave Richard*.

9 *décembre*, n° 49. — Applications mécaniques de l'électricité, par *Gustave Richard*.

16 *décembre*, n° 50. — L'assainissement électrique au Havre et à Lorient, par *A. Rigaut*.

23 *décembre* n° 51. — Photométrie des projecteurs, phares et appareils de télégraphie optique, par *C. Féry*. — La concentration de l'acide sulfurique à l'aide du courant électrique, par *Bertram Blount*.

L'Électricien. — 4 *novembre* 1893, n° 149. — Les voltmètres et ampèremètres Heston pour tramways électriques, par *E. Meylan*. — Les globes diffuseurs, système G. Frédureau, par *Ch. Haubtmann*.

18 *novembre*, n° 151. — Sur un procédé simple pour la production de courants alternatifs intenses, par *E. Meylan*.

25 *novembre*, n° 152. — Le cuivrage de la coque des navires, par l'électricité.

2 *décembre*, n° 153. — La meilleure méthode de chauffage et d'éclairage des voitures de tramways.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. — *Août-octobre* 1893, n° 101. — Moteurs à courants alternatifs, par *E. Mascart*.

Annales de Chimie et de Physique. — *Novembre* 1893. — Nouvelles recherches sur la fixation de l'azote atmosphérique par les micro-organismes, par *Berthelot*.

Journal de Pharmacie et de Chimie. — 1er *novembre* 1893, n° 9. — Expériences sur le filtre Chamberland, par *E. Guinochet*.

15 *novembre*, n° 10. — Dosage volumétrique du calcium, du strontium, du baryum, par *Vizern*. — Dénaturation des alcools. — Dosage des huiles essentielles dans les alcools, par *Bardy* et *Bérard*.

1er *décembre*, n° 11. — Expériences sur le filtre Chamberland, par *Guinochet* (suite et fin). — Dosage volumétrique du plomb, par *Bayrac*. Dénaturation des alcools, (fin).

15 *décembre*, n° 12. — Sur le vieillissement des vins, par *Duclaux*.

Moniteur scientifique. — *Novembre* 1893, n° 623. — La conservation des vins par le sulfo-B-naphtol, par *Sinibaldi*. — Sur l'emploi du bisulfite de chaux en sucrerie, par *L. Lachaux*. — Dosage colorimétrique du sucre, par *E. Neitpel*. — Épuration des jus par la chaux hydratée pulvérulente, par *Mittelmann*. — Emploi de la baryte en sucrerie, par *Du Beaufret*.

La fabrication des lessives, poudres de savon et analogues, par *H. Schreib*. — Un nouvel appareil dialyseur, par *Émile Fischer* et *Ed. Schmidmer*.

Décembre, n° 624. — Différences dans la composition chimique des diverses parties d'une même coulée de fonte, par *Morton-Stevens*. Tungstène métallique.

Revue scientifique. — 25 *novembre* 1893, n° 22. — La transformation des phares.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Revue générale des Sciences. — 15 *octobre* 1893, n° 19. — La vitesse de détonation dans les mélanges gazeux, par *H. Dixon.*

La Nature. — 19 *novembre* 1893, n° 1066. — Le Tectorium, par Gaston Tissandier.

9 *décembre*, n° 1071. — Le travail électrique des métaux en Amérique, par *T, Hospitalier.*

16 *décembre*, n° 1072. — Les compteurs et indicateurs de nombre de tours, par *J. Laffargue.*

23 *décembre*, n° 1073. — Machine à décaper sur le sable, par *J. L.*

30 *décembre*, n° 1074. La calcographie, par *A. M. Villon.*

Bulletin de la Société française de photographie. — 15 *octobre*, n° 20. — Méthode directe pour la détermination des courbures, des objectifs de photographie, par *Ad. Martin.* — Action photographique d'une lumière discontinue, par *W. de Wiselesby Abney.* — Quantité d'argent et d'hyposulfite retenue après lavage par le papier albuminé, par *Phipson.* Moyen de calculer la distance qui sépare le foyer visuel du foyer chimique d'un objectif simple, non achromatique, par *Gilassier.*

1er *novembre*, n° 21. — Mesure, par la photographie, des vibrations d'un pont, d'une poutre ou d'un plancher.

Journal de l'Agriculture. — 4 *novembre* 1893, n° 1407. — Moteur à vapeur sur chaudière démontable, par *de Sardriac.*

11 *novembre*, n° 1408. — Nouvelle presse à travail continu, par *de Sardriac.*

25 *novembre*, n° 1410. — La vigne préservée des gelées d'hiver et de printemps, par *Gay.*

2 *décembre*, n° 1411. — Alambic dit des familles, par *de Sardriac.*

9 *décembre*, n° 1412. — Greffage souterrain appliqué à la conservation des vignes françaises, par *Ginesti.*

16 *décembre*, n° 1413. — La chenille verte du prunier. — Sa destruction, par *Bruguière.*

Journal d'Agriculture pratique. — 2 *novembre*, n° 44. — Tourteaux et farine de viande, par *A. Gouin.*

9 *novembre*, n° 45. — Les petites distilleries agricoles, par *R. Turpain.* — Les ennemis du pin maritime, par *R. Brunet.*

23 *novembre*, n° 47. — De quelques nouveaux fourrages. — Feuilles d'arbousier et de cactus. Fougères ensilées, par *L. Grandeau.* — Les aliments cuits. Nourriture des chevaux pendant l'hiver en Angleterre, par *H.-V. de Loncey.* — Rôle du pin maritime dans l'assainissement des landes et la fixation des dunes, par *Raymond Meunet.*

30 *novembre*, n° 48. — Labourage à vapeur, par *Varin d'Ainville.* — Les betteraves données aux chevaux, par *L. Bernardin.*

14 *décembre*, n° 50. — Emploi du schiste pour combattre le phylloxera par *de Méty.*

Le Gérant : J.-H. Ginestou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. FÉVRIER 1894.

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

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. J. HIRSCH, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un* SURCHAUFFEUR DE VAPEUR DU SYSTÈME DUSERT ET EPÈCHE, *construit par* M. HENRI SATRE.

M. Henri Satre, ingénieur-constructeur à Lyon, présente un appareil imaginé par MM. Dusert et Epêche, constructeurs-mécaniciens à Mâcon, et destiné à surchauffer la vapeur d'eau avant son emploi dans une machine motrice.

Le problème abordé par MM. Dusert et Epêche est un des plus importants de ceux que soulève le fonctionnement des appareils à vapeur. Aussi a-t-il donné lieu à de nombreuses et intéressantes recherches : en dehors des travaux théoriques, on peut rappeler, parmi beaucoup de précédents, le procédé proposé en 1848 par M. *Sorel*, pour remédier aux inconvénients que peut présenter la surchauffe; la machine à vapeur surchauffée de *Wethered*, qui figura à l'Exposition universelle de 1855; le surchauffeur *Delafond*, qui fut installé vers 1857 sur dix bâtiments de la Compagnie anonyme de navigation mixte de Marseille, et essayé, en 1861, sur le *Fontenoy*, navire de l'État.

En 1868, Henri Tresca, dont le mémoire nous a fourni une partie des précédents rappelés plus haut, expérimenta lui-même, au Conservatoire des Arts et Métiers, un appareil de surchauffe imaginé par M. *Petitpierre;* cette expérience, pénible, accidentée, après diverses tentatives manquées, permit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cependant de constater que, dans quelques cas et sous certaines conditions, la surchauffe peut procurer des économies très notables.

Notre illustre et regretté collègue G.-A. Hirn a repris, comme on sait, la question, et l'a approfondie dans des expériences de longue haleine et qui sont demeurées classiques; il a déterminé les conditions à observer et défini le détail des phénomènes. Enfin, fidèle à la méthode scientifique qu'il a observée dans toute sa carrière, il appliqua pratiquement ses déductions théoriques et expérimentales, et construisit une machine, qui confirma à tous les points de vue l'exactitude des principes sur lesquels s'appuyait son fonctionnement.

Cette double démonstration théorique et pratique établissait d'une manière décisive les avantages de la vapeur surchauffée. Toutefois la question reste délicate; elle est loin d'être tranchée et mérite d'être examinée.

La théorie permet de se rendre assez bien compte des avantages économiques que doit procurer la surchauffe. On sait, en effet, que les meilleures machines à vapeur modernes ne rendent pas, en travail mécanique, plus de 7 ou 8 p. 100 de la chaleur emmagasinée dans le combustible qu'elles consomment. Pour améliorer ce rendement si faible, la théorie démontre que le seul moyen à employer consiste à élever la température de la vapeur prise à la chaudière; or, tant qu'il ne s'agit que de vapeur saturée, la température est liée à la pression par une loi précise, de telle sorte que la température ne peut être relevée sans que la pression s'accroisse en proportion; de là, l'usage des hautes pressions, qui se répand de plus en plus dans l'industrie. Mais il est impossible d'aller bien loin dans cette voie, car, au delà d'une certaine limite, la pression de la vapeur saturée croît avec une rapidité telle qu'elle dépasserait bien vite toutes les possibilités pratiques.

La surchauffe permet de tourner cette difficulté. Pour surchauffer de la vapeur, il suffit de faire passer, dans un tuyau convenablement chauffé, le fluide saturé provenant de la chaudière. Dans ces conditions, la température s'élève sans que la pression augmente; et la chute de température, qui est le facteur essentiel du rendement thermique, s'accroît en proportion. La très petite quantité de chaleur qu'il faut fournir à la vapeur pour la désaturer se trouve ainsi beaucoup mieux utilisée que la chaleur absorbée par la formation même de cette vapeur.

Telles sont les conclusions qui découlent immédiatement des principes de la mécanique de la chaleur. Elles sont certaines et semblent fort simples à faire passer dans la pratique; beaucoup l'ont tenté, presque tous ont échoué.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est qu'en cela, comme partout ailleurs, il y a loin de la théorie à l'emploi industriel. Les auteurs qui ont essayé d'en venir à l'application ont rencontré une grave difficulté pratique : la vapeur surchauffée décompose les lubrifiants et brûle les garnitures; à moins de précautions spéciales, la machine alimentée de ce fluide se met à gripper et est bientôt hors d'usage.

Tresca aussi bien que Hirn, dans leurs expériences, se sont heurtés à cet obstacle. L'un et l'autre sont arrivés à la même conclusion, à savoir : que la surchauffe procure des économies certaines et importantes, mais qu'elle ne peut être pratiquée qu'à la condition essentielle d'être très modérée.

Hirn, poussant plus à fond ses études expérimentales, démontra que, pour éviter la décomposition des graisses et garnitures, et le grippement qui en est la conséquence, il faut que le degré de surchauffe soit assez faible pour qu'un commencement de condensation se produise au moment de l'admission du fluide dans le cylindre.

Même dans ces conditions atténuées, l'économie obtenue est fort notable. En outre, avec la vapeur surchauffée, les enveloppes de vapeur n'ont plus de raison d'être, le chauffage intérieur du cylindre étant bien plus efficace que la chaleur transmise par conductibilité à travers les parois. Or la suppression des chemises de vapeur, ces organes si encombrants, si coûteux, si difficiles à tenir en état, est un avantage qui est loin d'être à dédaigner.

Conformément à ces vues, Hirn établit au Logelbach la célèbre machine à vapeur surchauffée, qui lui servit de champ d'étude et qui a fonctionné pendant trente années avec une régularité parfaite et une économie remarquable.

L'exemple de Hirn fut immédiatement suivi, et nombre de constructeurs se lancèrent dans la voie si magistralement ouverte. Il faut bien l'avouer, leur confiance fut mal récompensée, et les essais furent presque tous malheureux. Ce qui avait donné de si beaux résultats à Hirn et à ses collaborateurs échoua presque constamment entre les mains de ceux qui cherchèrent à les imiter. A la suite d'échecs multipliés, dans lesquels nombre de machines furent mises hors de service, la faveur qui s'était portée sur la vapeur surchauffée tomba peu à peu, le système fut généralement abandonné, et on cessa de s'en occuper. Pendant ce temps, la machine du Logelbach, devenue presque unique en son genre, persévérait à faire son service régulier et économique.

L'accident ordinaire qui mettait fin aux essais de surchauffe, c'était le grippement des tiroirs et des segments du piston. C'est qu'en effet les lubri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fiants alors en usage, corps gras végétaux ou animaux, se décomposent à une température qui ne dépasse pas de beaucoup celle de la vapeur saturée aux pressions habituelles. Malgré tous les soins apportés dans la construction en vue de modérer la surchauffe, il suffit, en service, d'un incident insignifiant, d'un instant d'inattention, pour que la limite voulue soit dépassée, et que les accidents redoutés se produisent. Il faut remarquer en effet que, d'une part, la marge dont on dispose est étroite; d'un autre côté, la vapeur surchauffée, comme tous les fluides gazeux, est fort sensible à la chaleur, et il faut peu de chose pour que sa température varie beaucoup.

Depuis quelques années, cette situation s'est modifiée, par suite de l'introduction des huiles minérales pour le graissage des organes de machines. Ces huiles sont beaucoup plus stables que les lubrifiants organiques; elles exigent, pour se décomposer ou se vaporiser, des températures bien plus élevées. L'usage de ces huiles, devenu tout à fait général, a donc permis de reprendre, avec chance de succès, les expériences sur la surchauffe.

C'est ce qui a été fait de divers côtés avec une entente plus ou moins parfaite de la question. Ce n'est pas ici le lieu de décrire ces tentatives, qui sont d'ailleurs assez nombreuses; nous nous en tiendrons pour le moment à l'appareil soumis à notre examen par M. Satre.

La surchauffe s'obtient, avons-nous dit, en faisant circuler la vapeur saturée, empruntée à la chaudière, dans un tuyau léché par les gaz chauds qui se dégagent du foyer. Le surchauffeur peut occuper deux positions : tantôt on le place à la suite de la chaudière, près de la cheminée, dans le courant des fumées qui ont cédé aux générateurs la plus grande partie de leur chaleur; ces fumées refroidies chauffent peu, et, pour obtenir l'effet voulu, il faut donner au surchauffeur une grande surface; par contre, et sauf cas exceptionnel, on n'a guère à craindre que la vapeur atteigne des températures excessives. D'autres fois, le surchauffeur est placé en avant de la chaudière, dans les flammes mêmes du foyer; il peut être alors de petite surface, mais il faut des précautions particulières pour éviter, d'abord, que l'appareil ne soit promptement brûlé, et, en second lieu, que la vapeur ne soit surchauffée outre mesure. C'est à ce dernier dispositif que se sont arrêtés MM. Dusert et Epêche. Le surchauffeur A (fig. 1) est un court tube en fonte, formant autel en arrière de la grille; cet autel est creux et à parois très épaisses; il reçoit, d'une part, un tuyau BB qui lui amène la vapeur saturée venant de la chaudière, d'autre part, un autre tuyau CC qui conduit à la machine la vapeur surchauffée. L'épaisseur des parois joue ici un rôle important; non seulement elle permet au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métal de résister à la pression, malgré la température élevée à laquelle il est porté, mais encore cette masse de chaleur agit comme magasin de chaleur et modère les effets des variations dans le débit de vapeur et l'activité du feu; enfin ce gros tube épais est robuste et durable.

L'appareil, comme on voit, est extrêmement simple. Il est complété par quelques accessoires, qui ont pour principal objet de faciliter les expériences et les tâtonnements : un robinet permettant de mélanger de la vapeur satu-

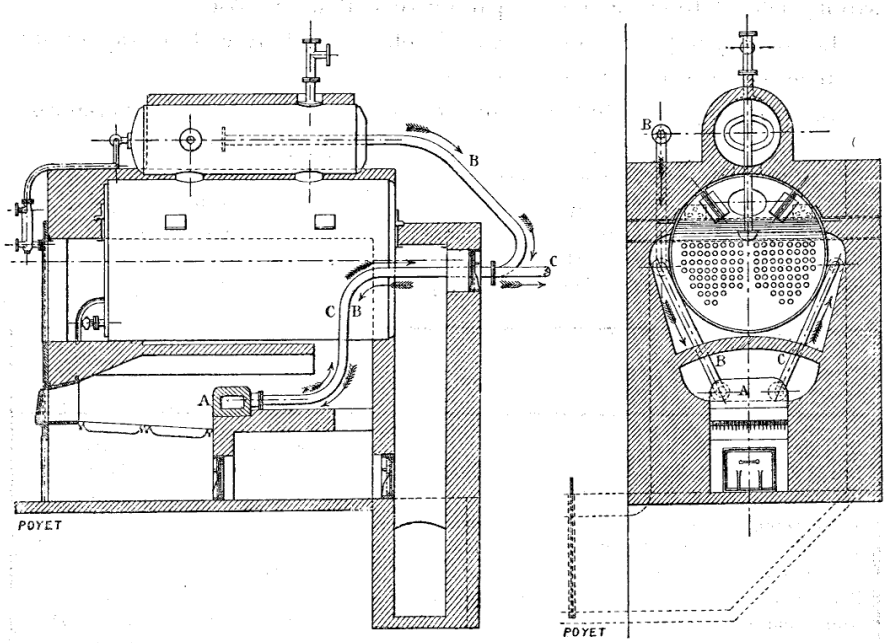


Fig. 1. — Réchauffeur Satre, construit par MM. Dusert et Epéche.

rée à la vapeur surchauffée; un autre robinet, avec lequel on peut injecter un filet d'eau dans le surchauffeur.

Cet appareil a été soumis, dans les ateliers de M. Satre, à des expériences exactes, exécutées par M. Roche, ingénieur des constructions navales, détaché à Lyon au service de la surveillance. Du procès-verbal de ces expériences nous extrayons les données ci-après :

I. — ESSAIS SUR LA MACHINE FIXE DE L'ATELIER.

La chaudière est semi-tubulaire (fig. 1).

Le surchauffeur est en fonte à gros grain; sa longueur, la même que la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

largeur de la grille, est de $0^m,80$; les parois ont une épaisseur de 60 millimètres, sauf la paroi exposée directement au feu, qui a 90 millimètres. Les tuyaux d'adduction et de sortie de la vapeur ont 40 millimètres de diamètre; ils sont plongés, chacun sur 3 mètres environ de longueur, dans le courant de flammes. Ils sont en acier étiré; leurs joints sur le chauffeur sont faits à l'amiante.

La machine est compound, en tandem, d'environ 80 chevaux, à condensation, détente Rider, actionnée par un régulateur de Watt.

La tuyauterie permet de marcher à volonté, soit avec de la vapeur surchauffée, soit avec de la vapeur saturée.

Les principaux résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

Chaudière.	Surface de grille	1,12 mètres carrés.
	Surface de chauffe	72 —
	Timbre	7 kilos.
Machine.	Diamètre du petit cylindre	340 millimètres.
	Diamètre du grand cylindre	600 —
	Course commune	600 —

	AVEC SURCHAUFFEUR.	SANS SURCHAUFFEUR.
Date de l'essai	8 avril 1893.	10 avril 1893.
Durée de l'essai	3 heures.	3 heures.
Pression moyenne à la chaudière	6 kilos.	6 kilos.
Température de la vapeur saturée à 6 kilos	»	164°
Température moyenne observée de la vapeur surchauffée (dans la boîte à tiroir)	233°	»
Perte de charge entre la chaudière et la machine	$0^k,100$	$0^k,500$
Admission moyenne au petit cylindre	13 p. 100	11 p. 100
Pression moyenne au petit cylindre	$1^k,650$	$1^k,406$
Pression moyenne au grand cylindre	$0^k,264$	$0^k,304$
Pression moyenne totale rapportée à la surface du grand cylindre	0,792^k	0,755
Puissance en chevaux indiqués au petit cylindre	32,7	29,2
Puissance en chevaux au grand cylindre	15,6	18,2
Puissance totale indiquée	48,3	47,4
Consommation de vapeur pendant l'essai, mesurée par l'eau d'alimentation	990^k.	1209^k.
Consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure	$6^k,830$	$8^k,440$.
Bénéfice résultant de l'emploi du surchauffeur	19 p. 100	

Le graissage se faisait à la valvoline; après quelques tâtonnements, on adopta le dispositif suivant : l'huile fut introduite directement dans les pattes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'araignée des glaces du tiroir et du bloc de détente du petit cylindre seulement; dès lors, le graissage se comporta parfaitement, aussi bien dans les tiroirs que dans les deux cylindres.

Le tableau ci-dessus appelle quelques observations :

1° L'économie de vapeur résultant de la surchauffe est considérable (19 p. 100) ;

2° La perte de charge entre la chaudière et la machine est considérablement diminuée ($0^k,10$ au lieu de $0^k,50$), ce qui s'explique facilement par la faible densité du fluide désaturé.

II. — ESSAIS SUR UNE MACHINE MI-FIXE.

La chaudière est tubulaire, à retour de flamme, avec calorifère amovible. Le surchauffeur, formant autel, a $0^m,45$ de longueur; sa construction est la même que ci-dessus; il est desservi par deux tubes plongés dans les gaz chauds sur $1^m,80$ de longueur. La machine est sans détente, sans condensation et n'a pas de régulateur.

Chaudière.	Surface de grille	0,50 mètres carrés.
	Surface de chauffe	15 —
Machine.	Diamètre du cylindre	230 millimètres.
	Course	350 —

	AVEC SURCHAUFFEUR.	SANS SURCHAUFFEUR.
Date de l'essai	19 avril 1893.	1er mai 1893.
Durée de l'essai	2 heures.	2 heures.
Pression à la chaudière	6 kilos.	6 kilos.
Température de la vapeur saturée à cette pression	»	164°
Température de la vapeur surchauffée	236°	»
Nombre de tours par minute, relevé au compteur	155	142
Puissance en chevaux au frein	$21^{ch},97$	$13^{ch},74$
Ordonnée moyenne des diagrammes	$2^k,320$	$1^k,755$
Puissance en chevaux indiqués	$25^{ch},24$	$16^{ch},04$
Consommation de vapeur par cheval-heure indiqué, mesurée par l'eau d'alimentation	$12^k,67$	$20^k,00$
Bénéfice résultant de l'emploi du surchauffeur	36,8 p. 100	
Consommation de houille par cheval indiqué et heure	$1^k,950$	$3^k,050$
Économie de charbon	36,5 p. 100	

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On remarquera :

1° L'économie importante résultant de l'emploi de la surchauffe (36,8 p. 100 sur la vapeur, 36,5 p. 100 sur le charbon).

2° La grande augmentation de puissance obtenue d'un même appareil (21,97 au lieu de 13,754 chevaux au frein, 25,24 au lieu de 16,04 chevaux indiqués).

En résumant les considérations qui précèdent, on peut dire que la surchauffe, si on arrive à la réaliser pratiquement, présenterait des avantages importants ;

Elle procurerait une économie notable de vapeur et de charbon ;

Elle permettrait d'augmenter la puissance développée par un appareil donné.

Avec la surchauffe, les enveloppes de vapeur deviennent inutiles ; les conduites de vapeur peuvent être diminuées de diamètre ; les dimensions des lumières et tiroirs peuvent être réduites ; il en est de même en ce qui concerne le condenseur et la pompe à air.

L'appareil de MM. Dusert et Epêche donne-t-il la réalisation complète de ce programme? Cet appareil est simple, rustique et paraît durable ; les expériences que nous avons rappelées ont donné des résultats satisfaisants ; le graissage à l'huile minérale s'est fait régulièrement et sans difficulté. Toutefois, ces essais, si intéressants, sont des expériences de courte durée, faites dans les ateliers et avec le concours du constructeur. Les avantages constatés dans de pareilles circonstances se maintiendront-ils longtemps lorsque l'appareil sera abandonné aux mains des ouvriers ordinaires? C'est ce que la pratique, et une pratique prolongée, permettra seule de reconnaître.

Quoi qu'il en puisse être, la tentative de MM. Dusert et Epêche paraît présenter une importance sérieuse, et, en conséquence, le Comité des Arts mécaniques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Satre de son intéressante communication, et de décider que le présent rapport sera inséré dans le Bulletin avec figures dans le texte.

Signé : J. Hirsch, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 12 *janvier* 1894.

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* TRAITÉ DE LA RAMIE, *par* M. FÉLICIEN MICHOTTE.

Messieurs,

A la suite d'une communication verbale sur le « traitement de la ramie », dans la séance du 14 avril 1893, M. Félicien Michotte a offert à la Société d'Encouragement les deux volumes de son *Traité scientifique et industriel de la ramie* (1), le premier édité en 1890, le second, en 1893. Nous notons à dessein cet intervalle parce qu'il existe dans les conclusions des deux volumes, non pas des contradictions, mais des appréciations quelque peu différentes, dont l'auteur s'est expliqué avec franchise dès la préface de la seconde publication.

M. Michotte reconnaît que, dans le premier volume, il a été très pessimiste : « En le publiant, dit-il, j'ai voulu montrer l'état de la culture et des machines et mettre en garde capitalistes et industriels contre un emballement immodéré qui eût à tout jamais tué cette industrie. »

Peut-être, par contre, l'auteur est-il optimiste lorsqu'il écrit (p. 136 du second volume) : « La vraie place de la fibre de ramie est donc l'égale de celle qu'occupe la fibre des beaux lins et par suite au-dessus du chanvre, et bien supérieure au coton. »

L'opinion de Michel Alcan, citée par l'auteur quelques lignes avant, est toujours exacte et conforme au rôle limité de la ramie : « Le China-grass, disait votre regretté collègue, par sa pureté relative, le brillant de ses fibres les plus fines et son affinité pour les matières tinctoriales, paraît avoir quelque supériorité sur le lin et lui est préférable dans certains mélanges avec la laine et la soie... » Et plus loin : « Le China-grass paraît être sous tous les rapports un auxiliaire du chanvre et du lin, dont il est destiné à accroître le domaine, mais ne peut être considéré en aucun cas comme un succédané du coton (2).

Tel est aussi l'avis de M. Émile Gavelle, filateur de lin et de ramie, Secré-

(1) Paris, *Office technique*, 21, rue Condorcet et Librairie centrale des Sciences J. Michelet, 25, quai des Grands-Augustins.

(2) F. MICHOTTE, *Traité de la ramie*, t. II, p. 136.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

taire général du « Comité linier du nord de la France », qui, l'année dernière, dans une communication à la Société industrielle de Lille, s'exprimait comme suit : « On a cru, ou du moins on a dit, que la ramie était un textile merveilleux, capable de remplacer à la fois le lin, le chanvre, le coton et la soie... La vérité est que la ramie ne remplacera jamais aucun autre textile, mais que les qualités très réelles qui lui sont propres, doivent lui assigner une place honorable dans l'échelle des textiles végétaux, si l'on arrive à vaincre les difficultés de la décortication mécanique.

« Quels que soient, en effet, les perfectionnements que l'on apporte à sa décortication et l'économie qui en résulte, les fils de ramie reviendront toujours plus cher que ceux du coton ; le brillant de la ramie ne sera jamais comparable à celui de la soie et jamais on ne pourra la filer en numéros aussi fins que cette dernière. Quant aux lins, elle ne peut être appelée à les remplacer tous à la fois depuis les lins de Russie à 50 et 60 centimes le kilo jusqu'aux lins de Belgique à 3 et 4 francs le kilo (1). »

M. Félicien Michotte, d'ailleurs, n'est point de ceux qui rêvent la substitution de la ramie à la soie et il déclare très catégoriquement que « quant à égaler la soie, cette plaisanterie n'est que le fait de farceurs à la recherche de capitaux... »

Il nous a paru nécessaire d'indiquer tout d'abord la part, en somme, modeste d'une fibre qui a donné lieu à beaucoup d'exagérations et de déceptions. Comme le remarque encore M. Michotte, après avoir énuméré nombre de propositions plus ou moins fantaisistes, « l'application la plus importante de la ramie qui ait été faite jusqu'à ce jour, c'est son emploi pour la décortication des capitalistes. On l'a pratiquée souvent, ajoute-t-il, on la pratiquera malheureusement encore, mais on ne pourra pas me reprocher de ne pas avoir fait tout ce qu'il était possible de faire pour l'enrayer (2). »

Le premier chapitre de la première partie est consacré à l'étude de la ramie et de ses variétés ; la faible proportion de fibres textiles comprises entre l'écorce et le noyau ligneux fait pressentir les difficultés mécaniques et économiques de l'extraction.

Dans le chapitre II, l'auteur passe en revue les origines, le développement ou l'essai de la culture des diverses espèces de ramie dans les différentes contrées du globe, à Java, en Chine, au Japon, en France, aux Indes, en Indo-Chine, en Afrique (principalement en Algérie), en Italie, en Allemagne,

(1) Voir le *Moniteur des tissus* du 23 août 1893.
(2) F. Michotte, *Traité de la ramie*, t. II, p. 165.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en Espagne et au Portugal, en Autriche-Hongrie, en Belgique, en Suisse, dans la Russie méridionale, en Amérique et notamment au Mexique, au Guatémala, dans les possessions espagnoles, au Brésil, enfin en Australie.

Pour ce qui a trait à la France, les procès-verbaux de la *Commission de la ramie,* constituée par arrêté ministériel en date du 12 avril 1887, ont été reproduits *in extenso*.

Ces procès-verbaux et les rapports qui les complètent, remplissent plus de soixante pages du premier volume. Sans en contester l'intérêt, il nous eût paru préférable de les publier sous forme d'annexes, afin de ne pas troubler l'ordre adopté, par l'intercalation d'aussi volumineux documents. La même observation s'applique à la transcription de plusieurs mémoires de M. Ch. Rivière, directeur du Jardin d'essai du Hamma d'Alger, écrits avant et après la réunion de la Commission de 1887, puis à l'extrait d'un procès-verbal du Comité d'agriculture de notre Société, en date du 8 février 1877 et reproduit à la suite des comptes rendus ci-dessus visés. Le lecteur laissé et repris par l'auteur, qui intervient d'une façon intermittente, se trouve parfois insuffisamment guidé et en ressent une certaine fatigue. Il serait facile de faire disparaître ce défaut, lors d'une nouvelle édition, soit, on l'a dit, en rejetant aux annexes les pièces justificatives auxquelles l'auteur se réfère, soit en les imprimant avec des caractères distincts du texte qui forme l'œuvre personnelle de l'écrivain.

M. Michotte déduit de toutes ces données les limites qu'il convient d'assigner pratiquement à la culture de la ramie. Vous avez eu sous les yeux, lors de sa communication verbale, le planisphère que l'auteur a dressé en conséquence et d'après lequel la plante tropicale dont nous nous occupons peut être avantageusement cultivée aux colonies et très exceptionnellement dans l'extrême midi de l'Europe. Il ne faut pas oublier que l'*ortie de Chine* exige de bons terrains, une culture soignée, beaucoup de fumure et de l'eau. Notre Président insistait sur ces conditions de succès dans son rapport à la Commission de la ramie : « Nous ne saurions trop le répéter, écrivait M. Tisserand, qu'il s'agisse de la grande ou de la petite exploitation, il ne faudra encourager la culture de la ramie que dans les sols riches, profonds, de bonne consistance, bien amendés, susceptibles d'être arrosés et pouvant donner au moins deux coupes par an. »

Après avoir constaté que le maximum des coupes est de 5 à 8 par année, M. Michotte fait cette curieuse remarque que le nombre cinq est atteint suivant une ligne isotherme de 20° centigrades et qu'aux isothermes com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prises entre 10° et 20° correspondent exactement les nombres de coupes ci-dessous :

Une coupe suivant l'isotherme.	12° C.
Deux coupes —	14° C.
Trois — —	16° C.
Quatre — —	18° C. (1).

« Il ne suffit pas, ajoute justement l'auteur, que l'on puisse faire deux coupes pour que la culture soit rémunératrice ; il faut encore tenir compte des conditions économiques : revenu des autres cultures, coût de la main-d'œuvre et surtout prix des textiles qui sont cultivés dans le pays, prix de la ramie importée, que la ramie indigène devra concurrencer (2). »

Nous n'insisterons pas davantage sur cette *première partie,* où les intéressés trouveront nombre de renseignements concernant le rendement agricole et le prix de revient de la ramie en diverses contrées.

Avec la récolte surgit le difficile problème de l'*extraction de la filasse.* La méthode chinoise, qui consiste à prendre les tiges une à une, à les fendre à l'aide d'un couteau de fer ou de bambou, à enlever la pellicule extérieure, puis à détacher, toujours à la main, la lanière fibreuse, est aussi rationnelle que coûteuse. Aussi conçoit-on que, malgré le bas prix de la main d'œuvre et l'esprit conservateur des Asiatiques, le coton plus aisément utilisable ait déterminé, en Chine et au Japon, l'abandon à peu près général de la ramie depuis trois ou quatre siècles (3) et que les 300 à 400 balles de china-grass apportées sur le marché de Londres pour l'approvisionnement de l'industrie européenne soient cotées trop cher (4).

Le *rouissage*, tel qu'il se pratique pour le lin, a été essayé sans succès. M. Michotte en donne le motif : « Alors que le rouissage agit sur les gommes contenues dans le chanvre et le lin et par suite désagrège la gaine fibreuse, il est sans action sur celles contenues dans la lanière de ramie, et au lieu de les décomposer par fermentation, il tend à les rendre insolubles et pourrit la tige et la fibre (5). »

Reste la préparation mécanique, improprement appelée *décortication*, puisqu'il s'agit de briser et de détacher non seulement l'écorce, mais toutes les parties ligneuses des tiges. Est-il préférable de décortiquer à l'état sec

(1) F. Michotte, *Traité de la ramie,* t. I, p. 300.
(2) *Ibid.*, p. 301.
(3) *Ibid.*, t. II, p. 35.
(4) *Ibid.*, p. 106.
(5) *Ibid.*, t. I, p. 343.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou en vert ? M. Michotte est partisant résolu de la décortication des tiges vertes au fur et à mesure de la récolte et les raisons invoquées dans la *seconde partie* de l'ouvrage semblent convaincantes. Les frais de manipulation, de séchage, de transport, d'emmagasinage d'une matière première aussi encombrante ne se trouvent compensés, avec la décortication à sec, ni par un supplément de rendement, ni par une amélioration du produit.

L'auteur se trouve ainsi conduit à examiner les conditions particulièrement délicates que doit remplir une bonne machine à décortiquer, pour concasser rapidement et économiquement le bois sans altérer les fibres de la ramie. Dans un appendice d'une centaine de pages, il fait l'historique des concours de décortiqueuses, inaugurés aux Indes, en 1872, par le gouvernement anglais ; il passe en revue les machines qui, depuis lors jusqu'aux concours internationaux ouverts à Paris en septembre 1888 et à l'Exposition universelle de 1889, ont été mises au jour. Des figures schématiques facilitent la lecture de cette analyse et deux vues en perspective montrent les premiers modèles de la machine dite *la Française*, inventée par M. Michotte, exposée en 1889 et transformée à plusieurs reprises par son auteur. Nous ne saurions omettre, au cours de cet appendice, l'intéressant rapport de notre collègue, M. Imbs, sur le concours de 1888.

Le supplément du tome second, ou *quatrième partie* de l'ouvrage, complète le premier volume. Après être revenu sur le concours de 1889 et avoir critiqué le rapport de M. Grandvoinnet, dont il reproduit le chapitre II (résultats des essais), M. Michotte continue le compte rendu des concours tenus ultérieurement au Mexique, à la Nouvelle-Orléans, à Gennevilliers. Le rapport de notre collègue, M. Alfred Tresca, sur le dernier, rapport que vous connaissez déjà par le *Bulletin* de la Société (1), a été transcrit en entier. M. Michotte constate que ce mémoire est une description très complète comme ensemble et comme détails ; il nous semble donc inutile de discuter les critiques qui visent surtout l'attribution des récompenses et, comme le dit lui-même M. Michotte, la réfutation de certaines assertions des concurrents. Ainsi que l'appendice du premier volume, cette quatrième partie se termine par une analyse des machines américaines et françaises, actuelles ou récentes, y compris le dernier dispositif de la propre machine de l'auteur. Signalons, à ce propos, la persévérance du jeune inventeur qui jusqu'à présent ne s'est laissé rebuter ni par les difficultés techniques, ni par

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, 1892, p. 1864 et suiv.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les sacrifices pécuniaires, consacrant aux transformations successives de la décortiqueuse, *la Française*, toutes ses ressources personnelles.

La *troisième partie* du traité est plus spécialement consacrée au travail industriel de la ramie, c'est-à-dire au dégommage des lanières et aux applications de la fibre dégommée.

Dans une longue introduction, l'auteur, en indiquant l'état présent, revient sur les causes qui, d'après lui, ont entravé le développement de la culture, l'utilisation du china-grass; il refait, avec d'autres documents, l'historique du travail de la ramie. Lors d'une nouvelle édition, M. Michotte voudra vraisemblablement résumer dès le début de l'ouvrage, en même temps que les travaux précédemment signalés, les rapports des expositions de 1851, de 1867, de 1878, auxquels il emprunte d'intéressantes citations (1).

Les chapitres suivants traitent des procédés de dégommage et des méthodes basées sur la dépelliculation préalable des tiges. Sans parler de la dépelliculation manuelle usitée de tout temps dans l'extrême Orient, cette opération ne peut s'effectuer mécaniquement qu'à l'état sec; les motifs qui ont fait rejeter par M. Michotte la décortication à sec, le conduisent naturellement à critiquer toute dépelliculation mécanique.

On a vu déjà que le rouissage rural serait impraticable, parce qu'en dissolvant le bois on dissoudrait les fibres de même composition chimique; *a fortiori* le rouissage manufacturier, dont le coût a été le principal écueil aussi souvent qu'on a tenté de l'appliquer au traitement de textiles à rendement plus élevé; M. Michotte cite néanmoins consciencieusement les procédés brevetés depuis 1875 et en montre les inconvénients.

Le dégommage: 1° des lanières dépelliculées à la main dans les pays d'origine, ou *china-grass* proprement dit; 2° des lanières brutes, ou *rhéa*, a également donné lieu à de nombreux essais. L'auteur analyse les diverses méthodes, mais souhaite, en définitive, la substitution aux lanières dépelliculées à la main, d'une matière première moins coûteuse.

Procédant par éliminations successives, M. Michotte considère le dégommage des lanières décortiquées en vert, c'est-à-dire débarrassées en une seule opération mécanique de toutes les parties ligneuses, comme la véritable solution. Entre les multiples procédés de dégommage, il donne la pré-

(1) Nous en dirons autant du chapitre intitulé : « Étude physiologique et chimiqne de la lanière de ramie » (t. II, p. 69), puis du chapitre consacré au « classement » (t. II, p. 125), qui complètent l'étude botanique du premier volume.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

férence à la méthode basée sur les travaux scientifiques de MM. Frémy et Urbain.

L'utilisation industrielle de la ramie est indiquée dans les derniers chapitres que termine une analyse des importants travaux de MM. Renard et Blondel, puis de M. Marius Moyret sur la teinture et le blanchiment.

En résumé, sous réserve des critiques présentées, qui visent la forme plutôt que le fond, le *Traité de la ramie*, de M. Félicien Michotte, est des plus utiles à connaître ; c'est une sorte d'enquête au triple point de vue de la culture de la plante, des moyens de décortication de la tige et des procédés de dégommage de la fibre. Le Comité des Arts mécaniques vous propose donc, Messieurs, de remercier l'auteur de son intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin*, du présent rapport.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur*.

(*Approuvé en séance le* 23 *février* 1894.)

ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport *fait par* M. le général Sebert, *au nom du Comité des Arts économiques, sur un* cryptographe chiffreur *présenté par* M. Charles Gavrelle, *commissaire de police de la Ville de Paris.*

M. Charles Gavrelle, commissaire de police de la ville de Paris, demeurant, 5, rue d'Argenson, a présenté à la Société d'encouragement un appareil qu'il désigne sous le nom de *cryptographe chiffreur* et qui est destiné à faciliter la correspondance chiffrée et à en assurer le secret.

On sait l'importance qui s'attache, spécialement pour la correspondance diplomatique et pour la correspondance militaire en temps de guerre, à l'obtention d'un procédé qui assure le secret absolu des correspondances échangées à l'aide d'écritures chiffrées. On sait aussi que des praticiens exercés, lorsqu'ils possèdent un certain nombre de dépêches chiffrées échangées entre des correspondants étrangers, peuvent, avec la plupart des systèmes connus, arriver à déchiffrer ces dépêches et à découvrir les conventions dont font usage les correspondants pour leur rédaction

Pour augmenter les difficultés de déchiffrement, on a été conduit à multiplier les combinaisons d'alphabets conventionnels et de clés employées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour opérer périodiquement le changement de ces alphabets, mais ces perfectionnements n'ont pu être obtenus qu'au détriment de la commodité et de la rapidité d'emploi des systèmes adoptés.

M. Gavrelle, en créant le cryptographe chiffreur, s'est proposé de réaliser un appareil permettant d'opérer, d'une façon simple et pratique, le chiffrement et le déchiffrement d'une dépêche et de réaliser commodément les changements d'alphabets nécessaires pour assurer le secret.

La méthode sur laquelle est basé l'emploi de son appareil est celle connue sous le nom de chiffre carré ou tableau de Vigenère, dans laquelle on emploie une série de 26 alphabets disposés en tableau à double entrée comme une table de Pythagore.

On sait que l'on fait usage de cette méthode en écrivant au-dessus du texte à chiffrer un mot choisi pour clé et que l'on répète autant de fois qu'il est nécessaire. On cherche, par exemple, l'alphabet vertical commençant par la lettre de la dépêche et l'alphabet horizontal commençant par la lettre correspondante de la clé, et l'on prend comme chiffre la lettre située à l'intersection des deux alphabets.

On peut appliquer la même méthode par un procédé un peu différent, en employant deux alphabets mobiles, se déplaçant l'un à côté de l'autre et amenant successivement la première lettre de l'un de ces alphabets devant la lettre correspondante de la clé lue sur l'autre. On lit alors le chiffre sur l'un d'eux en regard de la lettre de la dépêche indiquée par l'autre. La disposition la plus commode consiste à graver ces deux alphabets circulairement sur la circonférence de deux disques concentriques, mobiles autour de leur axe commun. On obtient ainsi la disposition générale du cryptographe qu'a imaginé M. Gavrelle.

Mais cet appareil se distingue de ceux du même genre réalisés antérieurement par des dispositions ayant pour but de remédier à certaines défectuosités du système.

Nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter à la note de M. Gavrelle l'explication claire qu'il donne du perfectionnement qu'il a réalisé.

On sait que dans tout procédé cryptographique il se produit fatalement des répétitions périodiques de lettres ou de groupes de lettres et que ces répétitions, qui servent toujours de bases pour les investigations, permettent ainsi à un déchiffreur exercé de rétablir le texte clair sans le secours de la clé.

Pour éviter, non ces répétitions, ce qui serait matériellement impossible,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais leur périodicité, on a employé le procédé qui consiste à changer la clé, mais ce procédé a l'inconvénient de compliquer singulièrement le travail de chiffrement et de déchiffrement.

FIG. 1. FIG. 2. FIG. 3.

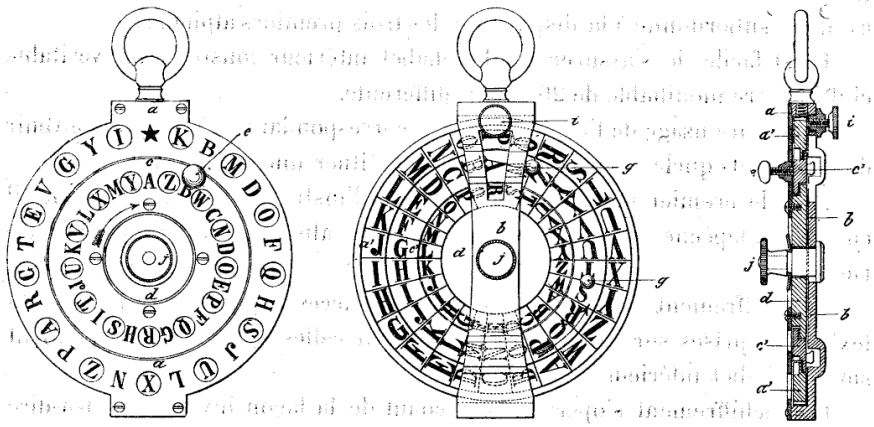


FIG. 4.

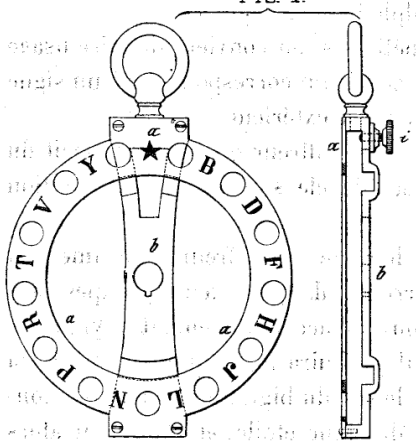


FIG. 5.

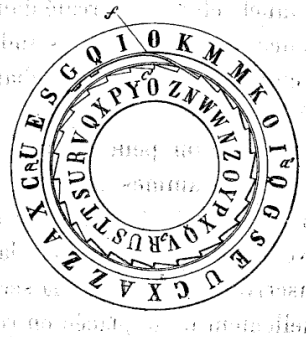


Fig. 1 à 5. — Cryptographe chiffreur de M. Gavrelle.

M. Gavrelle s'est proposé de trouver un procédé simple et pratique qui, sans convention préalable entre les correspondants, permette au chiffreur de modifier le texte cryptographique chaque fois que cela est nécessaire pour sauvegarder le secret de ce texte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le cryptographe chiffreur qu'il a établi dans ce but se compose de plusieurs pièces dont l'ensemble forme une sorte de disque portant d'un côté trois alphabets, servant au montage de l'appareil, et de l'autre deux alphabets, l'un intérieur, l'autre extérieur, servant au chiffrement et au déchiffrement. L'ordre de succession des lettres de ces deux derniers alphabets est donc subordonné à la disposition des trois premiers alphabets.

Il est facile de s'assurer que l'alphabet intérieur constitue un véritable chiffre carré modifiable de 26 façons différentes.

Pour faire usage de l'instrument, les correspondants n'ont qu'à convenir de deux mots quelconques qui doivent constituer une double clé.

Avec le premier mot, le chiffreur monte l'instrument; avec le second, il chiffre sa dépêche en faisant usage des deux alphabets intérieur et extérieur.

Le chiffrement consiste à remplacer successivement les lettres du texte clair prises sur l'alphabet extérieur par celles qui leur correspondent sur l'alphabet intérieur.

Le déchiffrement s'opère en procédant de la façon inverse, c'est-à-dire en remplaçant les lettres du texte chiffré prises sur l'alphabet intérieur par celles qui leur correspondent sur l'alphabet extérieur.

Pour éviter les inconvénients des répétitions, on convient de faire usage d'une ou de deux lettres nulles, qui sont celles qui correspondent à un signe conventionnel, étoile, intercalé dans l'alphabet extérieur.

La rencontre de ces lettres indique au déchiffreur qu'en cet endroit du texte le chiffreur a opéré un changement de clé suivant une convention arrêtée à l'avance.

Par exemple on peut convenir que lorsque le chiffreur sera amené à écrire deux bigrammes semblables correspondant à deux groupes des mêmes lettres du texte clair qui se trouvent accidentellement cryptographiées avec les mêmes lettres de la clé, il produira le fractionnement de la clé en inscrivant, au lieu de la seconde lettre du bigramme, la lettre conventionnellement nulle placée en regard du signe étoile, et reprenant alors le chiffrement avec la lettre initiale de la clé.

On peut aussi convenir, dans le même cas, de changer également l'alphabet mobile.

A cet effet, le chiffreur écrit une seconde lettre nulle qui sera nécessairement la première lettre du second mot de la clé, puis desserrant la vis de serrage qui fixe le montage de l'appareil, il amène la lettre A sous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'étoile et fixe à nouveau l'appareil. Il continue alors la transcription du texte avec le nouvel alphabet ainsi obtenu.

On voit que le déchiffreur sera prévenu qu'on a fractionné la clé quand il trouvera dans le texte une seule lettre nulle, c'est-à-dire se présentant sous l'étoile; et qu'on a changé l'alphabet quand il trouvera successivement deux lettres nulles. Il fera alors les opérations inverses de celles qu'a effectuées le chiffreur, avant de continuer son déchiffrement.

Il est facile de voir que ce procédé fait disparaître le danger des reproductions périodiques de certaines lettres qui peuvent mettre sur la trace de la clé employée.

Cet appareil cryptographique présente au point de vue de la commodité et de la simplicité d'emploi, comme au point de vue de la sûreté du secret des correspondances, des avantages qu'il nous paraît inutile d'énumérer et qui paraissent de nature à appeler l'attention des diplomates et des militaires.

En ce qui concerne les correspondances commerciales et industrielles, où les préoccupations concernant les difficultés d'assurer le secret ne sont pas de même nature et où l'on a surtout à considérer la facilité et la rapidité des transcriptions, l'appareil n'a pas le même intérêt.

Il se prête bien encore, en ce moment, à la transmission télégraphique, puisqu'il donne un texte chiffré en lettres et susceptible, par suite, d'être transmis par télégraphe en vertu des conventions internationales actuelles, mais cet avantage disparaîtra prochainement par l'application des nouvelles conventions qui fixent les mots qui seront seuls susceptibles, dans un avenir prochain, d'entrer dans la constitution des télégrammes secrets.

Il est douteux d'ailleurs que les commerçants et industriels soient jamais amenés à donner la préférence, pour leur correspondance secrète, à des procédés cryptographiques de ce genre sur les dictionnaires à mots représentant des phrases conventionnelles qui possèdent de si grands avantages de commodité et de rapidité d'emploi.

Néanmoins l'appareil de M. Charles Gavrelle constitue une solution si heureuse et si élégante d'un problème qui a exercé déjà la sagacité de tant de savants et de spécialistes qu'il paraît utile de le signaler.

Votre Comité des Arts économiques vous propose, en conséquence, d'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*, en y joignant un dessin de l'appareil avec légende explicative.

Signé : Général Sebert, *rapporteur*,

Approuvé en séance le 9 *janvier* 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DESCRIPTIVE DES FIGURES 1 A 5 REPRÉSENTANT LE CRYPTOGRAPHE CHIFFREUR DE M. CH. GAVRELLE.

L'instrument, en métal, présente d'un côté deux alphabets, de l'autre trois alphabets concentriques, dont les lettres concordent, fig. 1 et 2.

Le premier côté est destiné au chiffrement et au déchiffrement; le second est destiné à la mise en position des alphabets suivant la clé convenue.

Le boîtier, fig. 4, se compose d'une couronne *a*, montée sur un étrier *b*, dans lequel est pratiquée une ouverture destinée à recevoir une lettre de chacun des trois alphabets, fig. 2.

La couronne *a* est percée de 13 ouvertures entre chacune desquelles est gravée une lettre... Un cercle mobile *a'*, fig. 5, s'emboîte sous la couronne *a*, et les lettres qu'il porte, visibles par les ouvertures, constituent, avec celles de la couronne *a*, un alphabet complet dont l'ordre varie à chaque déplacement du cercle *a'*. Une vis de serrage *i* immobilise ce cercle, fig. 3 et 4, et rend cet alphabet fixe.

A l'intérieur de ce cercle se trouvent une couronne *c* et un autre cercle *c'*, fig. 1 et 5, présentant la même disposition d'un alphabet mobile intérieur, lequel pivote autour de l'axe *j*, au moyen de la vis *e*, fig. 1 et 3; il peut ainsi occuper 26 positions différentes par rapport à l'alphabet extérieur.

La couronne *c* est fixée à un disque central *d* à l'aide de quatre vis et entraîne dans son mouvement de rotation ou maintient le cercle *c'* intérieur, suivant que la vis *e* (fig. 1 et 3) est serrée ou non.

Le contour du cercle *c'* est taillé en dents de rochet qui viennent successivement buter contre le ressort *f*, ne permettant ainsi que le mouvement de gauche à droite de *c* et *c'* quand la vis *e* est serrée, et seulement le mouvement inverse pour la couronne *c*, quand cette vis est desserrée, puisque le ressort arrête le cercle *c'*.

Un alphabet complet dans l'ordre normal est gravé sur chacun des côtés opposés des cercles *a' c'* et du disque *d*; chacun de ces alphabets ne pouvant présenter qu'une lettre à la fois dans l'ouverture de l'étrier *b*.

L'usage de l'instrument exige une clé formée de deux mots quelconques. Le premier mot sert au montage de l'instrument qui s'opère de la façon suivante : les vis *e* et *i* étant desserrées on amène dans l'ouverture de l'étrier *b* les trois premières lettres du premier mot, puis on sers les deux vis.

Pour chiffrer, on tourne, de gauche à droite à l'aide de la vis *e*, l'alphabet mobile; on amène ainsi successivement en regard de l'étoile les différentes lettres du second mot de la clé et, chaque fois, on remplace une lettre du texte clair, prise dans l'alphabet fixe, par celle qui lui correspond dans l'alphabet mobile. On

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

répète ainsi le second mot de la clé autant de fois que cela est nécessaire pour épuiser toutes les lettres du texte clair.

Pour éviter les répétitions des lettres dans le texte chiffré, l'instrument permet : 1° le fractionnement de la clé, c'est-à-dire la possibilité de dissimuler le nombre réel des lettres qui composent cette clé; 2° le changement des lettres de l'alphabet mobile. C'est-à-dire la modification dans leur ordre.

Dans le premier cas, on inscrit, non la lettre indiquée par l'ordre de succession des lettres du deuxième mot de la clé, mais celle qui se trouve en regard de l'étoile et qui dans le cryptogramme devient une nulle. On reprend ensuite le chiffrement avec la lettre initiale de la clé.

Dans le second cas, pour modifier l'ordre des lettres de l'alphabet mobile, on inscrit immédiatement une seconde nulle, après l'inscription de la première (cette seconde nulle sera nécessairement la première lettre du second mot de la clé). Desserrant ensuite la vis *e*, on tourne de droite à gauche la couronne *c* et l'on amène la lettre A en regard de l'étoile. En renversant la vis *e* on reprend le chiffrement comme plus haut, avec le nouveau chiffre carré que l'on a ainsi constitué.

Pour déchiffrer, connaissant les deux mots formant la clé, on n'a qu'à répéter les opérations précédentes en sens inverse, c'est-à-dire que les lettres du texte chiffré prises sur l'alphabet mobile sont remplacées par celles qui leur correspondent dans l'alphabet fixe. Quand le déchiffreur rencontre des nulles il les passe en répétant à ces endroits exactement les mêmes opérations que le chiffreur.

En résumé le cryptographe chiffreur permet de modifier le texte chiffré, c'est-à-dire l'ordre de succession des chiffres qui le composent chaque fois que la disposition de ces chiffres paraît fournir une indication compromettante. Celui qui chiffre peut varier à l'infini la disposition de son texte chiffré et cela sans convention préalable avec son correspondant à qui la connaissance des deux mots constituant la clé suffit toujours pour rétablir, sans difficulté, le texte clair.

COMMERCE

RAPPORT *fait par* M. G. ROY, *au nom du comité de Commerce, sur* L'OUVRAGE DE M. EDMOND FAUCHER, INTITULÉ « L'INDUSTRIE LINIÈRE ».

M. Edmond Faucher, membre de la Chambre de commerce de Lille, président du comité linier, a présenté à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un volume qu'il vient de publier et dans lequel il fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'histoire de la chambre de commerce de Lille depuis son origine jusqu'à nos jours. Il rend compte année par année de ses travaux, de la part qu'elle a prise dans l'élaboration des tarifs douaniers à diverses époques, de ses discussions au sujet des lois ouvrières, de ses avis sur la réglementation de la durée du travail dans les manufactures, sur les musées commerciaux et enfin de la création récente d'une école de commerce à Lille.

M. Edmond Faucher fait une étude spéciale de l'industrie linière et publie des tableaux comparatifs des importations et exportations des lins et chanvres à diverses époques.

Tous les documents qu'il a recueillis forment un ensemble facile à consulter, et qui est comme l'histoire commerciale de ce département du Nord si industrieux; à ce point de vue il mérite l'attention de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. Votre rapporteur vous propose de remercier M. Faucher de l'envoi de son ouvrage qui fera partie de la Bibliothèque de notre Société et de demander l'insertion du rapport au *Bulletin*.

Signé : G. Roy, *rapporteur.*

Approuvé en séance, 26 *janvier* 1894.

ARTS CHIMIQUES

Étude sur l'influence des matières salines contenues dans les eaux de maltage et de brasserie, par M. E. Fleurent, préparateur du cours de chimie industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le travail du brasseur comprend quatre opérations principales : la préparation du malt d'orge, le brassage proprement dit, la cuisson du moût avec les fleurs de houblon et enfin la fermentation.

Le maltage de l'orge se divise lui-même en trois temps bien distincts. Tout d'abord l'orge est immergée dans l'eau pendant un temps suffisant pour qu'elle fixe la quantité d'humidité nécessaire à sa germination : c'est l'opération du trempage. L'orge trempée est portée ensuite au germoir où, surveillée et travaillée avec soin, elle développe durant un temps déterminé ses radicelles et sa gemmule; c'est pendant cette opération qu'on voit apparaître le ferment non figuré, la diastase, qui a la propriété d'agir à la température de 60-70° sur la matière amylacée pour la transformer en sucre et en dextrine. L'orge germée est soumise alors au touraillage, c'est-à-dire à l'opération qui a pour but de sécher le grain et d'arrêter sa germination par son exposition, dans les tourailles,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à une température qui ne doit pas dépasser 70°, température au delà de laquelle on détruirait la diastase précédemment formée. En sortant de la touraille le grain est débarrassé de ses radicelles dans des cribles rotatifs : il constitue alors le malt qui, après mouture, est prêt à subir l'opération du brassage.

Cette opération consiste à mettre en contact, par une des méthodes dites d'infusion ou de décoction, le malt moulu avec de l'eau à 65-70°. Sous l'influence de cette température la diastase agit sur l'amidon du malt et le transforme en un sucre fermentescible, le maltose, qu'accompagne une quantité de dextrine d'autant plus faible que la température est maintenue plus près de 66°. On obtient ainsi un jus sucré qui, séparé de la drèche, est porté à l'ébullition, aromatisé au moyen du houblon, refroidi dans des appareils appropriés, et enfin soumis, soit à la fermentation haute, soit à la fermentation basse pour fournir, après transformation du maltose en alcool, le liquide connu sous le nom de bière.

C'est chose bien connue qu'au cours de ces opérations la quantité de malt employée, le mode de brassage, de houblonnage et de fermentation influent considérablement sur les qualités gustatives de la bière finie; mais on est en droit aussi de se demander si d'autres facteurs n'interviennent pas également en ces circonstances pour imposer à cette boisson des qualités déterminées. Il suffit de porter attention aux grandes différences qui, au point de vue de leur teneur en matières minérales, existent entre des bières d'origines différentes également, pour qu'aussitôt la pensée qu'il en est bien ainsi se présente à l'esprit.

Ces différences sont grandes en effet, ainsi que le montre le tableau suivant qui indique le pourcentage en matières minérales de quelques bières-types : une bière de conserve façon allemande obtenue par décoction et fermentation basse; deux bières anglaises obtenues par infusion et fermentation haute et dont l'une est une bière ordinaire, l'autre une bière de Burton, c'est-à-dire une des bières les plus célèbres de l'Angleterre.

Composition centésimale des matières minérales contenues dans quelques bières.

	Lager-bier.	Pale ale ordinaire.	Pale ale de Burton.
	—	—	—
Potasse	37,0	15,3	5,4
Soude	4,0	34,7	Non dosée.
Magnésie	7,03	2,0	9,9
Chaux	2,04	3,2	9,3
Acide phosphorique (P^hO^5)	32,70	13,8	12,0
Acide sulfurique (SO^3)	1,38	8,4	37,0
Silice	13,84	9,2	Non dosée.
Chlore	2,2	13,2	3,8

Ce tableau est intéressant, même si l'on se borne à l'examen comparatif des quantités de potasse, d'acide phosphorique et d'acide sulfurique que ces bières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contiennent. En effet, on voit les proportions de ces trois produits varier considérablement : alors que la lager-bier est riche en potasse et acide phosphorique l'ale anglaise ordinaire en contient beaucoup moins, et si l'ale de Burton est à peu près aussi riche en acide phosphorique que l'ale ordinaire, elle contient moins de potasse tandis que l'acide sulfurique y existe en quantité très élevée par rapport aux deux autres bières de comparaison.

D'où viennent, dans la composition de ces bières, des différences si notables? Si l'on se contente de comparer d'un côté la lager-bier, d'un autre les deux bières anglaises, on peut à la rigueur chercher dans les quantités différentes de malt e de houblon employées, dans la différence aussi du mode de travail suivi, l'explication de ces variations; mais cette explication perd sa valeur lorsqu'on compare entre elles les compositions si différentes des matières minérales contenues dans l'ale ordinaire et l'ale de Burton, ales qui, cependant, sont fabriquées avec des quantités de malt et de houblon comparables et par le même procédé d'infusion et de fermentation haute.

Il existe donc un autre facteur important auquel on doit les modifications reconnues plus haut dans la composition minérale des bières, et ce facteur c'est l'eau que le brasseur fait intervenir d'abord au trempage de l'orge, ensuite au brassage du malt.

Pour le démontrer, il convient de mettre en présence la nature et la proportion des matières minérales que contient d'un côté l'orge de brasserie, d'un autre l'eau qui doit agir sur cette orge.

Le tableau suivant, dû à Lintner, fait connaître la composition des cendres d'une orge de brasserie qui représentent 2,55 p. 100 du poids de celle-ci.

Composition des matières minérales d'une orge de brasserie.

Cendres p. 100 du grain = 2,55.

Potasse	21,6
Soude	2,1
Magnésie	8,2
Chaux	2,6
Fer et alumine	1,0
Acide phosphorique ($P^{h}O^{5}$)	34,8
Acide sulfurique (SO^{3})	1,7
Silice	27,0
Chlore	0,9

La silice mise à part, ces cendres sont, on le voit, presque exclusivement formées par des phosphates alcalins et alcalino-terreux.

D'autre part la composition moyenne des sels contenus dans l'eau de Burton, par exemple, est la suivante :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quantités de sels minéraux contenus dans l'eau de Burton par litre.

Carbonate de chaux	229 à 286	milligrammes.
— de magnésie	28 à 71	—
Sulfate de chaux	286 à 572	—
— de magnésie	143 à 286	—
Chlorure de sodium	71 à 213	—

Les sels de potasse existent dans cette eau à l'état de traces, mais on y rencontre en quantités appréciables et suivant les cas du sulfate de soude, du chlorure de magnésium et de calcium ainsi que des nitrates de calcium, de magnésium et de sodium.

Comme on le voit, cette eau est extrêmement chargée en matières minérales, notamment en sels de chaux.

Lorsque, pendant le trempage, l'orge est mise en contact avec une eau de cette nature, il doit se produire, entre les sels qu'elle contient et ceux que le grain contient lui-même, des phénomènes de double décomposition et il se forme d'une part des sels solubles que l'eau emporte en grande quantité et des sels insolubles que le grain d'orge retiendra emprisonnés.

Des réactions nouvelles se produisent ensuite pendant le brassage de telle sorte que la composition centésimale des sels minéraux de l'eau employée à cette opération étant notablement modifiée, les modifications variant elles-mêmes avec la composition primitive de celle-ci, on doit trouver dans ces faits l'explication des différences énoncées tout à l'heure dans le pourcentage des matières minérales des bières à la fabrication desquelles des eaux de natures différentes ont concouru.

Il est donc évident que la nature des eaux employées au maltage et au brassage de l'orge influe sur la composition minérale de la bière finie. Mais on sait, d'autre part que, pendant le trempage, l'eau se charge de matières extractives organiques, azotées ou autres, et que pendant le brassage comme pendant la cuisson il y a précipitation d'une partie des matières albuminoïdes apportées par le grain; il y a donc lieu de se demander si les différents sels constitutifs de l'eau n'influent pas sur la proportion de ces matières azotées emportées soit par l'eau de trempage, soit par la drèche, si, du même fait, le pouvoir saccharogénique de la diastase n'est pas influencé, et si enfin la levure trouve encore dans le moût résultant les aliments nécessaires aux conditions d'une bonne fermentation.

A l'étude de ces réactions diverses M. Matthews a consacré, dans les numéros de mars et mai 1893 des « Transactions of the Institute of Brewing » de Londres, deux longs mémoires dont nous allons exposer les résultats les plus intéressants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

I

Si on se reporte aux tableaux qui donnent la composition des matières minérales de l'orge et d'une eau comme celle de Burton, on reconnaît de suite que, pendant l'opération du trempage, les réactions chimiques qui peuvent se produire sont dominées par l'action des sels de chaux contenus dans l'eau sur les phosphates alcalins contenus dans le grain. Cette action a pour résultat d'une part la formation de phosphate de chaux insoluble qui reste fixé dans le grain et, d'autre part, la production des sels alcalins solubles que l'eau de trempage emporte en grande partie : il est donc certain que, plus l'eau employée pour le trempage sera chargée en sels de chaux, plus la quantité de phosphate insoluble formé sera grande, plus sera faible, par conséquent, la quantité d'acide phosphorique emporté en dissolution à l'état de phosphate alcalin.

Ces actions chimiques ne sont pas les seules qui s'opèrent pendant le trempage. On sait, en effet, que parmi les matières albuminoïdes contenues dans le grain d'orge, une, entre autres, la légumine est soluble dans l'eau et peut par conséquent disparaître en partie pendant le trempage préliminaire au maltage. Mais la légumine a également le pouvoir de se combiner aux terres alcalines, à la chaux notamment, pour donner des sels insolubles et il s'ensuit que plus dures seront les eaux employées au trempage, moins ces eaux emporteront de matière albuminoïde en solution.

Ces réactions sont bien connues de tous les praticiens et M. Matthews les discute aux deux points de vue suivants : 1° la soustraction d'une partie des phosphates, des sels de potasse et de la matière azotée nuit-elle à la germination de l'orge et, par conséquent, au travail du malteur; 2° cette soustraction, sans nuire au maltage, gêne-t-elle dans une certaine mesure le travail du brassage proprement dit?

M. Matthews conseille, pour le maltage, l'emploi des eaux franchement dures qui, enlevant moins d'acide phosphorique, de potasse, et de matière azotée que les eaux douces, se putréfient moins facilement.

La présence du chlorure de sodium dans les eaux de trempage a une influence marquée sur la germination. Lorsque la proportion de ce sel dépasse $0^{gr},142$ par litre il empêche le développement des radicelles tout en ayant une action à peu près nulle sur la croissance de la gemmule.

Certains auteurs, notamment MM. Mills et Pettigrew, qui ont expérimenté sur les eaux de la Lichfield qu'on emploie, à Burton, concurremment avec celles de la Trent, ont démontré que la présence des nitrates, en quantité modérée, favorise la germination; or, ces eaux contiennent actuellement moins de $0^{gr},024$ d'azote nitrique évalué en nitrate de soude par litre. M. Matthews pense qu'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quantité aussi faible ne peut jouer aucun rôle durant le trempage, mais ses expériences établissent que les eaux contenant une plus grande quantité de nitrates n'apportent aucune entrave à la germination.

II

Le malt préparé en tenant compte des observations précédentes étant mis en contact avec l'eau qui doit servir au brassage proprement dit, c'est-à-dire à la saccharification et à la cuisson, il est évident qu'entre, d'une part, les sels minéraux et les matières albuminoïdes qu'il contient, d'une autre les sels minéraux que l'eau contient elle-même, de nouvelles réactions chimiques vont se produire.

M. Matthews a étudié à ce point de vue l'influence des différents sels constitutifs de l'eau : 1° sur la composition minérale du moût et les conséquences qui en résultent pour la nutrition de la levure ; 2° sur les matières organiques du malt et notamment sur l'action de la diastase durant la saccharification.

En ce qui concerne le premier cas, les conclusions de M. Matthews sont particulièrement intéressantes ; elles résultent des expériences suivantes.

Un extrait de malt fait à froid a été saturé, pour éliminer l'acidité due aux sels et aux acides libres (phosphate acide de chaux, de magnésie, acide lactique, etc.) d'une part par du carbonate de soude, de l'autre par de l'eau de chaux. Dans le cas du carbonate de soude, les quantités de chaux et de magnésie précipitées ont été dans le rapport de 3 à 1 ; dans le cas de l'eau de chaux ce rapport a été de 10 à 1. Cette expérience démontre que le phosphate de chaux maintenu en dissolution par l'acidité de l'extrait existe à l'état de phosphate acide et que l'acide phosphorique est entraîné à l'état de phosphate neutre dès que la saturation a lieu.

Mais les liqueurs, séparées des précipités, étant maintenues à la température de l'ébullition d'un bain-marie, il se forme un coagulum qui, séparé de la liqueur et traité par l'acide acétique, abandonne à celui-ci une portion de matière inorganique formée en partie de phosphates de chaux et de magnésie tandis que l'analyse chimique démontre encore dans le liquide séparé du coagulum la présence de phosphates solubles.

M. Matthews en conclut que l'emploi des eaux dures pour le brassage élimine une partie de l'acide phosphorique tout en laissant une autre portion de cet acide dans le moût. Or, la présence en grande quantité de l'acide phosphorique dans ce moût le rend facilement altérable par les bactéries si la fermentation tumultueuse ne s'établit pas rapidement après la mise en levain : c'est ce qui explique l'adoption des procédés par fermentation basse qui sont employés concurremment avec le brassage au moyen d'eaux relativement peu riches en terres alca-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lines, eaux qui produisent, par conséquent, des moûts riches en phosphates solubles ; l'emploi des eaux dures du type de Burton a, suivant l'auteur, l'avantage d'enlever au moût l'excès d'acide phosphorique tout en laissant à la levure une nourriture formée d'éléments variés.

L'action des sels constituants de l'eau de brasserie sur la saccharification proprement dite et la production de la levure a été étudiée au moyen de solutions contenant les sels suivants en quantité déterminée.

	grammes.
1° Eau distillée.	
2° Sulfate de chaux.	0,574 par litre.
3° —	Solution saturée.
4° Sulfate de magnésie.	0,287 par litre.
5° Chlorure de sodium.	0,287 —
6° Carbonate de soude.	0,144 —
7° Chlorure de calcium	0,287 —

A. — *Influence des différents sels sur la quantité d'extrait.* — Les opérations ont été conduites de la façon suivante : Un cylindre de cuivre de 750 centimètres cubes de capacité, fermé au moyen d'un couvercle permettant le passage d'un thermomètre, a été placé dans un bain-marie maintenu à température constante au moyen d'un régulateur de température. Dans le cylindre on a introduit 100 grammes de malt pâle, de bonne qualité, assez finement moulu, puis 250 centimètres cubes de l'un des différents liquides salins à étudier. La température a été maintenue pendant deux heures et demie à 65°,5. Le cylindre sorti du bain-marie, essuyé, a été ensuite porté sur le plateau d'une balance et additionné du même liquide jusqu'à ce que le poids total dépassât de 600 grammes celui de la tare. Le moût a été filtré, on en a pris la densité et on en a déduit le poids de l'extrait. Cette méthode donne des résultats plus élevés de 2 p. 100 environ que la méthode consistant à doser l'extrait directement après lavage de la drèche sur le filtre ; les résultats obtenus dans ces conditions sont consignés dans le tableau suivant :

Solutions.	Densités.	Extraits p. 100 du malt.
Eau distillée	1 055,18	77,16
Sulfate de chaux (0,574 par litre).	1 055,3	77,18
— — (solution saturée)	1 054,75	76,31
Sulfate de magnésie (0,287 par litre)	1 055,49	77,38
Chlorure de sodium (0,287 par litre). . . .	1 055,6	77,49
Carbonate de soude (0,144 par litre)	1 055,35	77,18
Chlorure de calcium (0,287 par litre). . . .	1 055,3	77,18

Ces chiffres démontrent que, seule, la solution contenant à saturation le sulfate de chaux diminue la proportion de l'extrait. Mais, dans la pratique, ces chif-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fres sont loin d'être atteints; ceux qui vont suivre et qui ont été obtenus en se rapprochant des conditions du brassage ordinaire sont beaucoup plus exacts.

Solutions.	Extraits p. 100 du malt.
Eau distillée	71,05
Sulfate de chaux (0,574 par litre)	68,75
— — (solution saturée)	66,00
Sulfate de magnésie (0,287 par litre)	69,25
Chlorure de sodium (0,287 par litre)	69,70
Carbonate de soude (0,144 par litre)	71,35
Chlorure de calcium (0,287 par litre)	71,40

B. — *Action des différents sels sur la quantité des matières albuminoïdes coagulées.* — Les moûts obtenus dans le cylindre de cuivre à la température de 65°,5 ont été chauffés au bain-marie bouillant pendant une demi-heure; le coagulum, obtenu pendant cette opération, a été jeté sur un filtre taré, lavé, séché à l'étuve à eau, pesé et incinéré au four à moufle; dans les cendres pesées on a dosé l'acide phosphorique après dissolution dans l'acide nitrique. Les résultats, calculés sur 550 cc. de moût d'une densité de 55°,1 sont contenus dans le tableau suivant; ils sont rapportés à 100 grammes de malt.

ÉLÉMENTS DOSÉS.	1 EAU distillée.	2 SULFATE de chaux. 0,574 p. lit.	3 SULFATE de chaux. Sol. saturée.	4 SULFATE de magnésie. 0,287 p. lit.	5 CHLORURE de sodium. 0,287 p. lit.	6 CARBONATE de soude. 0.144 p. lit.	7 CHLORURE de calcium. 0.287 p. lit.
Coagulum	0,566	0,393	0,484	0,506	0,970	0,580	0,755
Cendres	0,041	0,086	0,032	0,035	0,096	0,089	0,095
Différence = Matière albuminoïde	0,525	0,307	0,452	0,471	0,874	0,491	0,660
Cendres p. 100 du coagulum	7,2	21,8	6,6	6,9	9,9	15,3	12,6
Acide phosphorique p. 100 des cendres	85,2	56,0	76,19	66,5	74,3	87,2	61,1

Des résultats inscrits à ce tableau on peut tirer plusieurs conclusions. La présence du chlorure de sodium augmente la proportion des matières albuminoïdes précipitées et influe notablement sur la proportion des phosphates contenus dans les cendres : ainsi se trouve expliqué ce phénomène bien connu que l'addition de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce sel dans la chaudière favorise la production de la *cassure*. Le carbonate de soude donne le chiffre le plus élevé d'acide phosphorique tout en produisant un précipité de matière albuminoïde peu élevé; le sulfate de magnésie donne des résultats analogues.

Mais ce sont les résultats fournis par l'action du sulfate de chaux qu'il convient surtout d'interpréter : si, en effet, on compare les chiffres des colonnes 2 et 3 à ceux de la colonne 1 fournis par l'eau distillée, il semble que le sulfate de chaux présent dans les eaux a pour effet de redissoudre une portion de la matière albuminoïde coagulée, tout en augmentant le pourcentage des cendres. Deux expériences nouvelles fixeront les idées à ce sujet.

Dans la première, 50 grammes de malt ont été maintenus à 65°,5 pendant une heure avec de l'eau distillée; on a filtré, lavé à l'eau distillée jusqu'à faire un volume connu; le moût a été ensuite maintenu à l'ébullition pendant une demi-heure et le coagulum enfin a été dosé ainsi que les cendres. La deuxième expérience a été conduite de la même façon, mais avec une solution saturée de sulfate de chaux. Les résultats suivants ont été calculés, comme précédemment sur 550 cc. de moût d'une densité de 55°,1.

1re Expérience. —	Coagulum	0,675	
	Cendres	0,077	= 11,43 p. 100.
	Matière albuminoïde nette. . . .	0,598	
2e Expérience. —	Coagulum	0,560	
	Cendres.	0,073	= 13,00 p. 100.
	Matière albuminoïde nette. . . .	0,487	

Ces chiffres confirment pleinement les conclusions tirées précédemment.

Ceci posé, quelle influence joue la disparition des matières albuminoïdes coagulées sur la production de la levure?

Pour répondre à cette question, on a pris 1kg,475 de bon malt qu'on a brassé intentionnellement à 62°,8 pendant deux heures avec de l'eau distillée. Après filtration et lavage, on a obtenu 5lit,395 d'un moût de densité 1 050 qu'on a divisé en deux volumes égaux *a* et *b*.

a a été ensemencé directement à 21° avec 7 grammes de *Saccharomyces coagulatus* (1); après fermentation, la densité était tombée à 1 008 et la récolte de levure égale à 51 grammes.

b a été maintenu à l'ébullition pendant un quart d'heure, filtré, et le coagulum lavé sur le filtre jusqu'au rétablissement du volume primitif; le moût obtenu a été ensemencé à 21° avec la même quantité de la même levure. Après fermentation,

(1) Cette levure a la propriété de faire fermenter rapidement les moûts et de se séparer facilement de la bière après la fermentation. — F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la densité était tombée à 1 005,5 et quoiqu'elle fût plus faible que pour *a*, la récolte de levure n'a été que de 40 grammes, soit 20 p. 100 en moins.

Ces expériences montrent que la disparition d'une partie des matières azotées par la coagulation influe sur la production de la levure et par conséquent sur la fermentation. L'action d'une solution saturée de sulfate de chaux, de solutions de chlorhydrate d'ammoniaque, de carbonate d'ammoniaque, de carbonate de soude à 2 et 3 p. 100 a démontré que le coagulum obtenu est partiellement solubilisé par la présence de ces sels ; mais seuls le sulfate de chaux et le carbonate de soude ont démontré leur pouvoir productif de levure. Le sulfate de magnésie n'a qu'un faible pouvoir dissolvant du coagulum.

C. — *Influence des sels sur l'action saccharifiante de la diastase.* — L'étude de l'influence exercée par les différents sels contenus dans les eaux de brasserie constituait certainement un des points les plus originaux du travail de M. Matthews : c'est cependant celui sur lequel il est presque impossible de formuler une opinion. En effet, les résultats obtenus, ou n'indiquent aucune différence d'action entre les sels employés, ou paraissent contradictoires d'une expérience à l'autre. L'auteur le constate du reste et attribue son insuccès soit à la difficulté de maintenir constantes dans chaque cas les températures de brassage et de fermentation, soit aux erreurs d'expérience.

Cependant, sans citer des chiffres qu'il est impossible de regarder comme absolument certains, on peut dire que les expériences de M. Matthews démontrent que parmi les solutions ci-dessus indiquées, celles qui contiennent, à saturation du sulfate de chaux, du chlorure de calcium gênent l'action saccharifiante de la diastase. Le sulfate de magnésie semble également diminuer la production du maltose.

Morris et Moritz affirment que les eaux contenant $0^{gr},432$ de carbonate de soude par litre nuisent considérablement à l'action de la diastase ; les expériences de M. Matthews montrent que les eaux qui en contiennent seulement $0^{gr},144$ n'ont pas le même effet, l'action pernicieuse de ce sel étant d'ailleurs comprise entre ces deux limites extrêmes de dosage.

D. — *Influence des sels sur la fermentation des moûts.* — Dans un paragraphe précédent, il a été dit que la disparition par coagulation d'une partie des albuminoïdes, de même que l'action de certains sels, sulfate de chaux, carbonate de soude, influe notablement sur la quantité de levure récoltée. Le tableau suivant qui donne un million de cellules, les quantités de *Saccharomyces coagulatus* produites dans trois expériences, sous l'action des différents sels constitutifs des eaux de brasserie, confirme les résultats précédents en y ajoutant de nouvelles observations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXPÉRIENCES.	1 EAU distillée.	2 SULFATE de chaux. 0,574 p. lit.	3 SULFATE de chaux. Sol. saturée.	4 SULFATE de magnésie. 0,287 p. lit.	5 CHLORURE de sodium. 0,287 p. lit.	6 CARBONATE de soude. 0,144 p. lit.	7 CHLORURE de calcium. 0,287 p. lit.
EXPÉRIENCE I. — Millions de cellules. .	53 200	86 800	56 000	86 800	67 200	72 800	64 400
EXPÉRIENCE II. — Millions de cellules. .	31 236	77 000	93 500	99 000	»	»	72 600
EXPÉRIENCE III. — Millions de cellules. .	55 000	55 000	66 000	70 400	70 400	69 960	69 960
MOYENNES DES TROIS EXPÉRIENCES	46 478	72 933	71 833	85 400	68 800	71 380	68 983

Ces chiffres prouvent que les eaux contenant du sulfate de chaux, du sulfate de magnésie, du carbonate de soude sont celles qui sont capables de fournir au moût les meilleures conditions de fermentation ; ce sont elles qui aussi produisent les quantités minima de matière albuminoïde coagulée.

Les eaux contenant du chlorure de calcium fournissent une quantité de levure inférieure à la quantité fournie par les solutions précédentes et, chose remarquable, cette levure a une consistance tellement visqueuse qu'il est presque impossible de la presser.

Tel est, résumé dans ses grandes lignes, le long travail de M. Matthews ; il éclaire bien des questions obscures jusqu'ici et il en aborde d'autres, aussi importantes, dont la science aura raison tôt ou tard. Dans tous les cas, l'exposé sommaire qui vient d'en être fait montre une fois de plus que l'art du brasseur est placé directement sous la dépendance de l'expérience scientifique et que l'amélioration des qualités de la bière, loin d'être une conséquence du hasard ou de la routine, ne peut être au contraire obtenue par le praticien que lorsque les connaissances chimiques sont le guide exclusif de sa fabrication.

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 26 *janvier* 1894.

Présidence de *M. G. Roy*, vice-président.

M. Haton de la Goupillière adresse à *M. le Président* de la Société la lettre suivante :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Monsieur le Président,

J'ai lu avec beaucoup d'émotion dans le procès-verbal de la dernière séance vos paroles si bienveillantes, inspirées tout à la fois par l'honneur que vient de me conférer le Gouvernement et par le malheur de famille qui m'a frappé presque au même moment. Aucun témoignage de sympathie ne pouvait m'être plus précieux que celui de la Société d'Encouragement exprimé par son digne et si aimé Président. Je vous prie donc de vouloir bien agréer mes remerciements, avec mes regrets que ma santé, très éprouvée en ce moment, m'interdise d'aller les exprimer moi-même.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mes plus dévoués sentiments.

HATON.

M. *Augustin Lamard*, passage des Haies, 3. — Récepteur employé à l'alimentation additionnelle de tout moteur. (Arts mécaniques.)

M. le Directeur des *Annales Industrielles*, 52, rue Lafayette, demande l'échange de sa publication avec le *Bulletin* de la Société. (*Bulletin.*)

M. le Président fait part de la mort de *M. César Daly*, architecte, et de celle de *M. Charles Herscher*, membres de la Société.

M. Armand Perriaux, passage Émile-Meyer, 1, à Auteuil. — Modèle de frein de chemin de fer. (Arts mécaniques.)

M. Digeon, ingénieur-constructeur, rue du Terrage, 15. — Nouvel appareil nommé *dynamomètre hydrostatique*. (Arts mécaniques.)

M. Charles Cambon, industriel du Gard. — Unification de la jauge des métiers à bonneterie. (Arts mécaniques.)

La Société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson envoie l'agenda pour 1894 qu'elle vient d'éditer.

M. Guillaume Depping, conservateur-adjoint à la bibliothèque Sainte-Geneviève, présente une notice dont il est l'auteur et qui a pour objet de faire connaître l'histoire détaillée et exacte de la première Exposition des produits de l'industrie française en l'an VI (1798). (*Bulletin.*)

M. Léon Cheminard, avenue de la Grande-Armée, 77. — 1° Nouveau plan indicateur des rues de Paris. — 2° Châssis double pour jardinage. (Commerce et Agriculture.)

Les ouvrages suivants, offerts à la Société, sont signalés dans sa correspondance imprimée :

Précis de Chimie industrielle, par P. Guichard (Encyclopédie de chimie industrielle). Librairie Baillière et fils.

Alphonse de Candolle et son œuvre scientifique, par Marc Micheli.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences et arts du département de la Marne. — Année 1892.

Bulletin de l'Institut Égyptien, mars 1893, fascicule 4.

Description de quelques fossiles nouveaux ou critiques des terrains tertiaires et secondaires de la Tunisie, recueillis en 1855 et 1856 par M. Philippe Thomas.

Un jugement sur la « Thorne », machine combinée à composer et à distribuer. Berne.

Carta indrografica d'Italia. — Irrigazione della provincia di Novara. — Relazioni, Toscana.

Office du travail. — Salaires et durée de travail dans l'industrie française, tome Ier. — Département de la Seine.

RAPPORT. — *L'industrie linière. — M. G. Roy,* au nom du Comité de commerce, présente un rapport sur un ouvrage de M. *Edmond Faucheur* qui est intitulé : *La Chambre de commerce de Lille et l'Industrie linière.*

Tous les documents recueillis par l'auteur forment un ensemble facile à consulter et qui est comme l'histoire commerciale de ce département du Nord si industrieux. A ce point de vue, cet ouvrage mérite l'attention de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, et le rapporteur propose de remercier M. Faucheur de son envoi et d'insérer le présent rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Appareils de photochronographie. — M. Albert Londe* présente les appareils spéciaux qu'il a fait construire pour le laboratoire de photographie de la Salpètrière, dont il est le directeur depuis 1880. Ces appareils sont destinés à permettre l'analyse du mouvement, soit au point de vue physiologique, soit au point de vue pathologique, au moyen de photographies successives prises à des intervalles déterminés.

A l'époque où M. Londe a entrepris ses recherches, M. Marey n'avait publié que sa méthode de photochronographie sur fond noir, méthode qui n'était pas applicable en photographie médicale et ceci pour plusieurs raisons : tout d'abord à cause de la nécessité d'employer un fond absolument noir, installation fort coûteuse; puis, à cause de l'impossibilité d'obtenir des résultats si le modèle n'est pas animé d'un mouvement de translation; enfin des dimensions trop petites des images. M. Londe montre qu'au point de vue médical il est nécessaire d'obtenir des épreuves d'un format suffisant pour être étudiées facilement, épreuves qui doivent d'ailleurs présenter un modèle complet; ce résultat est difficile à obtenir avec des durées d'exposition par trop réduites. Il explique que le médecin n'a pas besoin d'un nombre considérable d'épreuves en un temps très court, mais bien d'un nombre suffisant pour lui permettre de connaître d'une façon précise l'allure générale des mouvements étudiés.

Une fois ce nombre déterminé (M. Londe l'a fixé hypothétiquement à douze),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il sera indispensable de répartir ces douze épreuves sur la durée du mouvement observé, que cette durée soit d'une fraction de seconde, d'une ou plusieurs secondes ou même d'une ou plusieurs minutes.

Enfin, autre point important, la durée d'exposition de chacune des épreuves devra pouvoir être réglée de façon à ne jamais la réduire plus que de raison. On sait en effet que dans ce cas la valeur de l'image et son existence même peuvent être compromises.

L'appareil de M. Londe, en résumé, est un appareil à objectifs multiples qui est caractérisé par la possibilité de faire varier à la fois la durée d'exposition de chacune des épreuves et l'intervalle entre celles-ci.

Il comprend une chambre du format 24×30, sur laquelle sont montés douze objectifs de même foyer, armés d'obturateurs du système Londe et Dessoudeix à vitesse variable. Ceux-ci sont commandés électriquement. La transmission régulière du courant dans chaque obturateur est faite au moyen du métronome électrique du régulateur de Foucault ou de l'expéditeur de Trouvé, suivant les cas, dans un distributeur exécuté par L. Leroy, qui a pour but de déclencher les divers obturateurs dans un ordre toujours le même. Suivant la vitesse de l'expéditeur, on pourra régler à volonté les intervalles entre chaque épreuve. M. Londe fait alors fonctionner l'appareil, et, grâce au dispositif installé par M. Molteni avec son talent habituel, on voit passer sur le tableau des éclairs rapides qui indiquent le fonctionnement de chaque obturateur.

Il est possible ainsi de se servir de l'appareil d'une façon discontinue en supprimant l'expéditeur de courant. Il suffira d'appuyer sur la pesée électrique pour obtenir une épreuve à chaque pression.

M. Londe fait alors passer sous les yeux de l'auditoire une série très nombreuse d'épreuves obtenues avec son appareil.

Les premières, faites avec la collaboration de M. le Dr Paul Richet, représentent les divers mouvements normaux chez l'homme. Ces études, faites tout à la fois au point de vue physiologique et artistique, permettront d'établir des bases sûres de comparaison avec les documents recueillis dans l'ordre pathologique.

Les secondes concernant l'analyse du mouvement chez les animaux, le cheval principalement, puis le chien, le singe, le bœuf, le mouton, montrent que l'appareil photochronographique de M. Londe, bien que construit spécialement pour les études médicales, permet néanmoins d'aborder les études spéciales qui exigent la prise de la série en un temps très court.

Dans ce cas particulier, et c'est là un avantage très précieux, on peut faire déclencher l'appareil automatiquement par le sujet en expérience lorsqu'il arrive dans le champ des objectifs.

Enfin l'appareil est transportable, ainsi que le prouvent les épreuves de vagues que M. Londe a pu effectuer seul et sans aides.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A la suite des projections de séries photochronographiques, M. Londe a pris soin de montrer une des épreuves choisies dans chaque série. Ces épreuves, d'une forme et d'un modèle irréprochable, montrent que leur format est plus que suffisant pour en permettre l'étude absolument facile.

M. le Président remercie *M. Londe* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des constructions et des beaux-arts.

Images dites anaglyphes. — M. Davanne, membre du Conseil, présente à la Société, au nom de *M. Ducos du Hauron*, ces images un peu bizarres auxquelles il a donné le nom d'anaglyphes. Elles sont obtenues par impression photocollographique et donnent le sentiment du relief stéréoscopique lorsqu'on les regarde avec des lunettes appropriées.

La méthode appliquée pour l'obtention de ces images est basée à la fois sur la théorie du stéréoscope et sur celle des couleurs complémentaires.

Rappelons rapidement la théorie de la vision binoculaire ou stéréoscopique. Chacun de nos yeux ne voit pas une image identique : suivant que l'on regarde un sujet avec l'œil droit ou avec l'œil gauche, on voit les différents plans se déplacer les uns par rapport aux autres. A droite ou à gauche, ces déplacements sont d'autant plus grands que les plans sont plus rapprochés de l'observateur, et pour que nos deux yeux ne voient nettement qu'une seule image, ils sont obligés de faire un effort de convergence d'autant plus grand que le sujet est plus pro che effort qui peut aller jusqu'au strabisme et qui est une des causes de l'appréciation des reliefs.

Il était réservé à la photographie de pouvoir donner des images rigoureusement exactes des sujets les plus divers, quelle que fût leur complication. Si ces images sont prises et exposées de telle sorte que l'œil droit ne voie que celle qui, lui est destinée et l'œil gauche que celle qui lui incombe, on rentre à peu près dans les conditions de la vision ordinaire, les deux images, bien que différentes, se superposent par un effort de convergence, les divers plans s'espacent, on a le sentiment du relief.

Pour les images anaglyphes, M. Ducos du Hauron n'a pas séparé, comme on le fait ordinairement, celle qui convient à l'œil droit et celle qui convient à l'œil gauche; il les a fait imprimer toutes deux l'une sur l'autre, et, comme elles ne se superposent pas, elles sont confuses; mais l'une est imprimée en rouge léger, si on la regarde avec un verre rouge foncé elle s'annule, tandis que l'épreuve imprimée en bleu verdâtre est seule visible; réciproquement l'épreuve bleue est annulée par le verre bleu, et c'est alors l'épreuve rouge qui, traversant le milieu optique complémentaire, apparaît en noir. Chacun des yeux ne voit réellement que l'image qui lui est destinée, mais la coufusion des deux images s'opère comme dans la nature, comme dans un stéréoscope, et le résultat de cette vision binoculaire est un effet stéréoscopique très accentué.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ducos du Hauron vous présente ses premiers essais; ils prouvent la vérité des principes posés. Ces épreuves imprimées d'après les procédés de la photocollographie laissent encore un peu à désirer; mais il y a lieu de croire que, si la méthode était appliquée industriellement par un procédé quelconque d'impression en couleurs, on arriverait à des résultats très supérieurs.

M. le Président remercie *M. Davanne* de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité des constructions et des beaux-arts.

Papier photographique. — M. Davanne présente, au nom de *M. Artigues* (de Bordeaux), un papier photographique dit papier velours, avec lequel on peut obtenir de remarquables épreuves inaltérables. La surface de ce papier est d'un noir mat uniforme et velouté; il est préparé par les procédés de l'inventeur au moyen d'une première couche de gélatine à la surface de laquelle adhère un noir très fin, noir de fumée ou tout autre qui pourrait être remplacé par toute matière colorante convenable. A cet état le papier n'a aucune sensibilité à la lumière; lorsqu'on veut en faire usage, il faut l'imprégner au dos d'une solution régulièrement étendue de bichromate de potasse à 5 p. 100 d'eau. Le papier sec est devenu sensible et il conserve sa sensibilité pendant plusieurs jours.

Si, dans cet état, on le lavait à l'eau tiède, tout le noir serait éliminé, la gélatine seule resterait; le papier deviendrait complètement blanc. Mais lorsqu'on l'expose sous un cliché photographique, la gélatine bichromatée subit l'action lumineuse : elle devient insoluble et imperméable là où cette action a été suffisamment intense, et le lavage ne peut enlever la matière colorante. Suivant les intensités plus ou moins transparantes du cliché, cette coagulation de la gélatine est plus ou moins complète; elle est nulle là où la lumière ne traverse pas le cliché.

Le noir de la surface pourra donc être éliminé par l'eau tiède proportionnellement à l'action lumineuse; en outre, la gélatine se gonfle plus ou moins et l'image se dessine en très légers reliefs.

Mais il ne suffit pas d'un lavage à l'eau pour dégager convenablement l'image, il faut un très léger frottement, si léger que le contact d'un blaireau ou d'une touffe de coton perdrait l'épreuve. M. Artigues a tourné la difficulté d'une manière tout à fait originale : il fait une bouillie un peu claire avec de la sciure de bois blanc très fine (les bois contenant du tannin coaguleraient la gélatine et perdraient l'image); il porte cette bouillie à la température de 27 degrés, et après avoir mouillé la feuille dans l'eau froide, il la fixe par le bord supérieur sur une règle plate, ce qui permet de la maintenir dans la position verticale; il arrose alors le dessus de la règle avec la bouillie de sciure de bois, de telle sorte que le liquide épais passe aussi bien sur le dos du papier que sur la surface noire. Une température égale est ainsi maintenue des deux côtés recto et verso, et doucement sous ces arrosages répétés, et sous le grattage infiniment doux de la sciure

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mouillée, le noir s'enlève partout où la lumière ne l'a pas suffisamment fixé; l'image apparaît, se dégage. Lorsque l'opérateur la juge à point, il arrête l'action par une immersion dans l'eau froide répétée deux ou trois fois, qui élimine toute la sciure attachée à la surface ; un passage dans une solution d'alun insolubilise la gélatine, et après un nouveau lavage, l'épreuve sèchée présente une image inaltérable qu'on n'a plus qu'à monter sur papier fort ou sur bristol.

Cette méthode, qui consiste à obtenir des images en passant du noir au blanc, n'est pas sans analogie avec la gravure dite à la manière noire, et les résultats présentent, comme avec ce mode de gravure, des profondeurs et des délicatesses de nuances que l'on ne pourrait obtenir avec les autres procédés connus.

En même temps que M. Davanne donne ces explications, un amateur, M. Haincque de Saint-Seinoch, connaissant bien le procédé de M. Artigues, exécute la série des opérations nécessaires au développement d'une image, et d'une feuille entièrement noire il fait sortir un portrait d'une grande finesse et très modelé, obtenu avec l'un de ses clichés. Plusieurs autres épreuves présentées en même temps prouvent que cette méthode s'applique aussi bien aux portraits, aux paysages et aux reproductions de peintures ou de gravures.

M. le Président remercie *M. Davanne* et *M. Haincque de Saint-Seinoch* de leur intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Beaux-Arts.

Séance du 9 février 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, Président.

M. Schabaver, ingénieur à Castres. — Installation hydraulique utilisant une petite chute d'eau de quelques centimètres avec un rendement de 35 p. 100, établie à Maquens, près Carcassonne. (Arts mécaniques.)

M. de la Touche, ingénieur civil, rue Saint-Hélier, 67, à Rennes. — Moteur maximum thermique à vapeur d'eau sans dépense de liquide à haute pression et inexplosible (Arts mécaniques.)

M. Berthier, rue du Plat, 16, à Lyon. — Avertisseur automatique de la présence du grisou. (Arts chimiques.)

M. Honoré, quai des Célestins, 2. — Mes préliminaires. Note au point de vue de la défense nationale. (Commerce.)

M. Lévêque, faubourg Saint-Antoine, 243. — Moyen de sauvetage dans les incendies. (Arts mécaniques.)

M. Henri Cancel, passage du Génie, 6. — Trousse motrice humanitaire à charger les cartouches pour fusil de chasse. (Arts économiques.)

M. Charles Cambon, industriel à Sumène, Gard. — Allumeur-extincteur à distance, applicable au gaz et à tous les systèmes de lampes en général. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Secrétaire général de la Société nationale d'horticulture de France annonce que cette Société tiendra son dixième congrès au mois de mai prochain, en même temps que son exposition annuelle

M. le Directeur de l'Exposition internationale du livre et des industries du papier annonce que cette Exposition sera ouverte de juillet à décembre 1894, au Palais de l'Industrie.

M. Streiff, ingénieur-chimiste, rue Lhomond, 37. — Pli cacheté relatif à un *Procédé de coloration du vernis gras au moyen de couleurs acides stables à la lumière*. (Dépôt accepté.)

M. Édouard Denis, boulevard Magenta, 135. — Pli cacheté contenant la description d'*un mode d'emploi de l'énergie calorifique*. (Dépôt accepté.)

Les ouvrages suivants, offerts à la Société, sont signalés dans la correspondance imprimée :

City of Newton. Annual Report of the City Engineer, 1892, offert par M. Chapman, correspondant de la Société.

Recueil de lois, ordonnances, décrets concernant les services du ministère des Travaux publics, 1er série, t. IV (Années 1831 à 1840).

Collection Léauté. — Construction du navire, par A. Croneau, ingénieur des constructions navales. — Statistique de la production des gîtes métalliques, par M. L. de Launay, ingénieur au corps des mines, offert par MM. Gauthier-Villars et fils.

Bulletin mensuel de physique et de chimie industrielles, rédacteur en chef, L. Philippe. — N°s 1, 2.

Consular Reports. — Janvier 1894, Washington.

Smithsonian Institution. — Bibliography of the Salishan languages, par James Constantin Pilling. — Ninth annual Report of the Bureau of Ethnology to the Secretair of the Smithsonian Institution, 1887-1888, par J.-W. Powel, directeur. Washington.

Annali di statistica. — Notice sur les conditions industrielles de la province de Massa et Carrare. Rome.

Carta idrografica d'Italia. — Projetto del Canale Emiliano, avec atlas. Rome.

Traité de commerce franco-suisse et les objections générales au principe des traités de commerce, par C. Echalier, membre de la Société de géographie commerciale.

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

M. Jean Bar, manufacturier, à Rantigny (Oise), présenté par *M. Haton de la Goupillière*.

M. Faramond de Lafajole, ingénieur des arts et manufactures, à Paris, présenté par *M. A. Tresca*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS. — *Cryptographie. — M. le général Sebert* fait un rapport sur un cryptographe chiffreur, présenté par *M. Charles Gavrelle*, commissaire de police de la ville de Paris, demeurant rue d'Argenson, 5.

M. Gavrelle s'est proposé de construire un appareil qui permette d'opérer d'une façon simple et pratique le chiffrement et le déchiffrement d'une dépêche et de réaliser commodément les changements d'alphabets nécessaires pour assurer le secret.

L'appareil de M. Charles Gavrelle constitue une solution si heureuse et si élégante d'un problème qui a exercé déjà la sagacité de tant de savants et de spécialistes, qu'il paraît utile de le signaler.

Le Comité des Arts économiques propose au conseil de remercier M. Gavrelle de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au Bulletin de la Société, en y joignant un dessin de l'appareil avec légende explicative.

Ces conclusions sont adoptées.

Générateurs à vaporisation instantanée. — M. Hirsch fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur une application du générateur Serpollet à la traction des voitures de tramways, de la Compagnie des tramways de Paris et de la Seine, qui circulent dans Paris, de la Madeleine à la place Clichy. Il espère que ce système contribuera à résoudre le problème si difficile de la traction mécanique sur les tramways et qu'il conduira à l'amélioration des transports en commun.

Le Comité a examiné avec un véritable et sérieux intérêt l'importante communication de M. Serpollet, il propose de l'en remercier et d'insérer le présent rapport au Bulletin de la Société, avec des figures dans le texte.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Paillons métalliques. — M. Bar*, manufacturier à Rantigny (Oise), indique ce que l'on nomme paillon, son emploi et les pays où il est couramment exporté, puis fait l'historique de cette industrie esssentiellement française. Cette industrie a été fondée à Lyon vers 1840 et de là est revenue dans le département de l'Oise vers 1850; l'importance de la fabrication du bouton de nacre a toujours été en augmentant et l'exportation aux Indes et dans les pays orientaux lui ont donné un développement considérable.

Il signale également que, depuis l'Exposition de 1878, l'exportation de cet article aux Indes a triplé et a remplacé avec avantage l'article clinquant d'Allemagne, vu son fini et son bon marché.

M. Bar est arrivé à ce résultat grâce à l'outillage complet et perfectionné qu'il a installé, ce qui lui permet de fabriquer dans d'excellentes conditions.

Il donne des détails sur l'installation de son usine de Rantigny, qui lui permet de lutter avec avantage contre ses concurrents étrangers, et d'exporter ses paillons en Allemagne pour une certaine partie de la fabrication du clinquant dans ce pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il fait connaître également l'intérêt qu'il porte à son personnel et les avantages qui en résultent. A l'occasion du 14 juillet 1892, plusieurs de ses ouvriers, ayant au moins 30 années de service dans ses ateliers, ont été médaillés par le ministre du Commerce.

Il décrit ses modes de fabrication et donne des détails sur la façon de ses paillons et montre des échantillons de ses produits.

Il explique comment un lingot de cuivre brut peut fournir des feuilles lamées depuis un centième de millimètre, et décrit toutes les phases de la fabrication.

En résumé, cette fabrication par laminage est arrivée après quinze années de lutte contre les concurrents étrangers à les évincer des grands marchés de l'Inde, de la Suisse, et de la France; le chiffre annuel d'exportation est de 500 000 francs pour les feuilles de métal argenté, vendues de 3 cent. à 5 cent. la feuille; il a fourni à l'Allemagne une certaine partie du métal cuivre servant à son clinquant pour jouets, etc.

M. le Président remercie *M. J. Bar* de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité des Arts mécaniques.

Maladies des vins. — M. Kayser, chef des travaux du laboratoire de fermentations à l'Institut agronomique, fait une communication sur les maladies du vin.

Il rappelle que c'est sous l'influence de la levure que se fait la transformation du sucre de raisin en alcool.

Si la fermentation se fait dans de bonnes conditions de température et d'aération, si le moût a une acidité convenable, il y a beaucoup de chances que le vin se conserve inaltéré.

Le vin est d'ailleurs protégé par sa richesse alcoolique, son acidité et sa pauvreté relative en matières dissoutes.

C'est M. Pasteur qui a démontré que la cause des altérations du vin était de nature vivante.

On peut diviser les ferments de maladies en deux groupes: les ferments *aérobies:* mycoderma vini et mycoderma aceti; les ferments *anaérobies:* les ferments des vins gras, amers, poussés, tournés et mannités.

Le *mycoderma vini,* ou les fleurs du vin, constitue une maladie peu grave, à moins de renouveler à plaisir l'air à la surface du vin.

Il ressemble beaucoup à la levure; il en a les dimensions et se reproduit par bourgeonnement. Son protoplasma est plus granuleux.

Il ne possède qu'à un faible degré le caractère « ferment » et transforme l'alcool en eau et en acide carbonique.

Il s'attaque surtout aux vins jeunes ; le vin devient plat.

Le *mycoderma aceti* est beaucoup plus dangereux.

Il lui faut des vins plus dépouillés et alors il change l'alcool en acide acétique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est un bâtonnet étranglé qui se reproduit par scissiparité; on le voit au microscope en chaînes régulières, il est très petit et n'a que 1 μ de long; tantôt il forme voile à la surface, tantôt il se trouve en masse flottante plus épaisse.

L'ouillage est une des méthodes les plus généralement employées et les plus sûres pour se garantir contre cette altération.

Le *ferment du vin filant ou gras* s'attaque aux vins blancs, jeunes et faibles en alcool.

Cet infiniment petit se présente encore en chapelets de globules sphériques, comme ceux de la gomme de sucrerie; il se trouve souvent empâté dans une masse mucilagineuse, et alors le vin coule comme de l'huile.

Le tannin semble gêner sa propagation, mais le vin ne reprend jamais ni son goût ni son bouquet.

Le *ferment des vins amers* est la maladie des vieux vins de Bourgogne. Le vin est fade, amer, mélangé d'un petit goût piquant, il forme un dépôt plus ou moins volumineux de matière colorante et devient bientôt impotable.

Ce ferment se présente au microscope sous la forme de filaments très ténus, d'aspect raide et immobile; il est souvent recouvert d'une couche de matière colorante qu'on dissout aisément par un peu d'alcool acidulé.

MM. Pasteur et Duclaux ont trouvé que le ferment s'attaquait surtout à la glycérine et donnait lieu à l'augmentation de l'acidité totale.

Le *ferment des vins poussés* s'attaque à tous les vins; il apparaît d'habitude après une élévation de température dans les celliers.

Le vin est trouble, jaillit avec force des bouteilles. Les tonneaux bien clos suintent aux joints des douves.

Si on agite le vin avec précaution dans un verre, on aperçoit des ondes soyeuses se mouvant en divers sens avec dégagement d'acide carbonique.

Les ferments se présentent en filaments très ténus: ils sont enchevêtrés et glaireux.

M. Duclaux a démontré qu'il vivait aux dépens du tartrate de chaux et faisait augmenter l'acidité volatile et diminuer l'acidité fixe des vins atteints.

M. Gayon a pu établir l'identité de cette maladie avec celle des vins mildiousés; mêmes caractères, même dépôt dans les bouteilles, mêmes produits : acide acétique et acide propionique.

Le *ferment des vins tournés du Midi*. Cette maladie étudiée par M. Armand Gauthier ressemble beaucoup à la précédente.

Il n'y a cependant pas de dégagement d'acide carbonique.

Le ferment semble attaquer le tannin, l'acide tartrique et la matière colorante; les produits formés sont l'acide acétique, l'acide tartronique et une notable proportion d'acide lactique.

Le *ferment des vins mannités*. Cette maladie est due à une fermentation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

défectueuse. Lorsque la température monte vers 40° à 45°, dans les cuves de vendange, la levure s'affaiblit et le ferment mannitique résistant commence par donner lieu à de la mannite.

Ce corps a été constaté dans le vin en 1891 par M. Roos.

Depuis lors différents expérimentateurs se sont occupés de cette fermentation.

M. Kayser cite quelques chiffres de vins mannités qu'il doit à l'obligeance de M. le Dr Bordas.

M. Gayon a pu isoler le ferment mannitique en culture pure.

Voici les résultats d'une fermentation pure que M. Kayser doit à l'obligeance de M. Gayon.

Durée 9 jours :	
Lévulose disparue	49,50
Mannite formée	35,66
Acidité volatile	6,10
Acidité fixe	2,73

Le vigneron possède-il des moyens pour se mettre à l'abri de ces ferments, du moins dans la mesure du possible ?

Le vigneron qui surveille attentivement son vin, qui fait les soutirages à temps et les collages à propos, est certes beaucoup moins exposé à voir son vin s'altérer.

Nous avons également un moyen infaillible, c'est le chauffage des vins à 55°, préconisé par M. Pasteur; toutefois il convient de dire que le vin doit être exempt d'oxygène libre, lorsqu'on procède à cette opération.

M. Duclaux a démontré qu'un vin chauffé conserve, immobilisés en qualité et en quantité, les acides fixes et volatifs; l'alcool seul est éthérifié partiellement, en se combinant avec les acides volatils.

M. Kayser termine en rendant un hommage respectueux à son éminent maître, M. Duclaux, qui a si bien tracé la voie à suivre, et il souhaite que, grâce aux progrès de la microbiologie, ces ferments, qui commencent à être mieux connus et par cela même sont devenus moins dangereux, soient bientôt réduits à une impuissance complète.

M. le Président remercie *M. Kayser* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité d'agriculture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES REÇUS

GUILLAUME DEPPING. — Première exposition des produits de l'Industrie française en l'an VI (1798).

M. Guillaume Depping, conservateur adjoint à la Bibliothèque Sainte-Geneviève, a présenté à la Société d'Encouragement une notice dont il est l'auteur et qui a pour objet de faire connaître l'histoire, plus détaillée et plus exacte qu'on ne l'avait fait encore, de la *première Exposition des produits de l'Industrie française en l'an VI* (1798). Cette notice a été lue à l'Académie des sciences morales et politiques et insérée dans le recueil de ce corps savant (*séances et travaux*).

L'auteur avait écrit son mémoire avant qu'il eût été décidé par le gouvernement qu'une exposition universelle aurait lieu en l'an 1900, à Paris. Il pensait qu'il serait bon de rappeler par un souvenir quelconque le souvenir de la première exposition de produits industriels qui eût jamais eu lieu et dont la France avait eu l'initiative. Aussi demande-t-il à la fin de son mémoire que l'exposition de 1900 soit en même temps la célébration du centenaire de la première exposition industrielle, tenue au Champ-de-Mars, à Paris, en l'an 1798.

C'est l'histoire documentaire de cette dernière exposition que l'auteur a voulu écrire. Il rappelle, et ce point est tout à fait neuf, le passage d'un livre auquel personne n'avait encore songé et où se trouve signalée, avec trop peu de détails malheureusement, une réunion qui eut lieu, sans doute au ministère de l'Intérieur (qui avait alors dans ses attributions les arts et manufactures), et d'où sortit le projet de la première exposition des produits de l'industrie. Cet ouvrage est l'*Histoire de l'administration* par Cl.- Anth. Costaz, frère du baron Louis Costaz, de l'Académie des sciences, et l'un des fondateurs de la *Société pour l'encouragement de l'industrie nationale*. A Louis Costaz sont dus les rapports sur les quatre expositions de 1801, 1802, 1803 et 1819.

Dans son ouvrage (tome II, page 466) Anthelme Costaz nous apprend que le Directoire, désirant donner un grand éclat à la fête prochaine du 1er vendémiaire an VII, le ministre de l'Intérieur, François de Neufchâteau, réunit « quelques homme distingués » pour les consulter sur les mesures à prendre. L'avis général fut qu'il fallait *un spectacle nouveau et propre à étonner*. Ce spectacle nouveau, ce fut celui qui devait produire non pas sur-le-champ, mais dans le cours du siècle, les merveilles que nous avons pu voir aux expositions dernières.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. MARS 1894.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. HIRSCH, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur une* APPLICATION DES GÉNÉRATEURS SERPOLLET A LA TRACTION DES VOITURES DE TRAMWAYS.

Tout le monde a vu, à l'Exposition de 1889, les ingénieux appareils imaginés par M. Serpollet, et notamment les minuscules chaudières qui fournissaient la vapeur à de petites machines motrices. Ces générateurs se composaient de tubes en acier ou en cuivre, aplatis de manière à n'offrir plus qu'une section libre extrêmement mince et presque capillaire; ces tubes enroulés en spirale, étant plongés dans les flammes d'un foyer, l'eau qui y est injectée se transforme instantanément en vapeur surchauffée, laquelle est délivrée aux machines réceptrices au fur et à mesure de sa formation.

Un générateur ainsi agencé présente des propriétés particulières et intéressantes.

En premier lieu, son volume intérieur étant très minime, la quantité d'eau qu'il peut contenir est extrêmement petite; l'appareil, au point de vue des explosions, ne présente donc aucun danger; il peut être sans inconvénient débarrassé de tous les organes de sûreté, soupapes, manomètres, tubes de niveau, etc., et sa conduite n'exige presque aucune surveillance.

En second lieu, la pression intérieure ne dépend plus que de la quantité d'eau fournie à la chaudière; dès qu'on alimente, la pression s'élève, et elle tombe aussitôt que l'alimentation cesse; c'est par le débit de la pompe alimentaire que se règle la puissance de la machine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin ce générateur, pour une vaporisation donnée, est fort léger et peu encombrant.

M. Serpollet a eu l'idée bien naturelle d'adapter les chaudières de son système à la traction des voitures de tramways.

Le problème, en lui-même, est des plus difficiles : il est subordonné à des conditions fort nombreuses et en grande partie contradictoires. En effet, la voie des tramways présente une résistance au roulement relativement élevée; elle comporte des courbes raides et des déclivités très prononcées; les arrêts doivent être prompts et les démarrages rapides. Pour toutes ces raisons, il est nécessaire que, eu égard au poids à traîner, le moteur possède une puissance, une souplesse et une élasticité incomparablement plus grandes que les locomotives des chemins de fer. Il importe au plus haut degré que le poids propre de l'appareil soit aussi faible que possible. La projection d'escarbilles sur la voie parcourue, ou de fumée, de vapeur ou odeurs désagréables dans l'atmosphère ne saurait être tolérée. Enfin l'appareil remorqueur doit être simple, robuste, économique, facile de conduite et peu coûteux d'entretien.

En ce qui concerne en particulier la ville de Paris, ces conditions, déjà si multiples, ont été singulièrement compliquées par des exigences d'esthétique, qui ne se rencontrent au même degré dans aucune autre ville de France ou de l'étranger. Si bien que, de guerre lasse, on s'en tient encore aujourd'hui dans notre capitale à la traction animale. Or, eu égard à l'intensité des besoins à desservir, il est manifeste que les chevaux sont aussi insuffisants que le seraient les anciennes diligences pour faire face au trafic des chemins de fer modernes.

Il résulte de cette insuffisance que la circulation à Paris est bien mal desservie; ce n'est qu'à Paris que le public voit constamment se dresser devant lui le fatal écriteau : *complet*, qui fait le désespoir des voyageurs à petite bourse, et les oblige à de longs trajets à pied, aussi funestes pour leurs intérêts que pour leur santé. Au point de vue des transports en commun, la ville de Paris est tout à fait arriérée, et les voyageurs qui viennent du dehors, que ce soit de l'Europe ou de l'Amérique, éprouvent à cet égard une impression bizarre de désenchantement.

A l'étranger, sur tous les parcours un peu fréquentés, la traction animale tend à disparaître et à céder la place à la traction mécanique. Les systèmes en usage sont très nombreux; ceux qui semblent avoir le plus de succès sont : le remorquage funiculaire et la traction électrique par conducteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aérien et trolley; des milliers de kilomètres de tramways sont exploités par l'un ou l'autre de ces procédés, à la plus grande satisfaction des populations intéressées.

A Paris, on n'a pas voulu entendre parler du conducteur aérien, de crainte de déparer les perspectives de la capitale; un seul essai a été fait du système funiculaire, et cela suivant un programme hérissé de difficultés.

On a été ainsi ramené à la recherche d'un remorqueur autonome, portant avec lui sa provision d'énergie.

D'assez nombreux essais ont été tentés, pas toujours, peut-être, avec la persévérance indispensable en pareille matière. Une partie des lignes des tramways Nord s'exploitent depuis quelques mois à l'aide de dynamos alimentées par des accumulateurs. Sur certains réseaux de banlieue, la traction est faite par des locomotives sans foyer, du système Francq. Il est question d'employer, sur les tramways du Louvre à Versailles et à Saint-Cloud, des moteurs à air comprimé et à eau chaude, du système Mékarski, dans lesquels le magasin d'énergie serait constitué par des réservoirs, qui contiendraient de l'air à une pression atteignant 80 atmosphères; ce chiffre peut donner une idée des conséquences qu'entraînent à leur suite les rigueurs extrêmes du programme parisien. Plusieurs tentatives ont été faites, sur les voies excentriques, pour opérer le remorquage à l'aide de locomotives à feu, chauffées au coke; elles ont été successivement abandonnées.

Tous ces moteurs autonomes paraissent avoir un défaut commun : ils sont lourds et par suite mal appropriés au service intérieur d'une grande ville. Les locomotives à feu présentent en outre d'autres inconvénients, notamment le panache de vapeur, difficile à éviter, et surtout le danger inhérent aux petites chaudières et leur entretien extrêmement onéreux.

Le système Serpollet semble échapper à la plupart de ces inconvénients. Tout au moins, l'expérience qui en a été faite a-t-elle donné des résultats fort encourageants.

Le moteur dont il s'agit a été installé sur une des voitures de la Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine (fig. 1 et 2). Afin de rendre la démonstration plus concluante, on avait choisi, pour cet essai, une vieille voiture, légèrement construite et presque hors de service. Sur la plate-forme d'avant, ont été établis les générateurs et les appareils de conduite, fort simples et très peu nombreux. Le moteur est fixé au-dessous de la plate-forme et actionne, par des chaînes de Gall, les deux essieux du véhicule.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids de l'appareil moteur, y compris ses approvisionnements d'eau et de charbon, n'est que de. . . . . 1 500 kilogr.

La voiture, sans le moteur, pèse à vide. . 3 500 kilogr.

A ajouter 40 voyageurs . . . . . 2 800 —

Poids de la voiture pleine. . . . 6 300 — 6 300 kilogr.

L'appareil moteur ne constitue ainsi que le cinquième de la charge totale à traîner, et c'est là une des grandes supériorités du système.

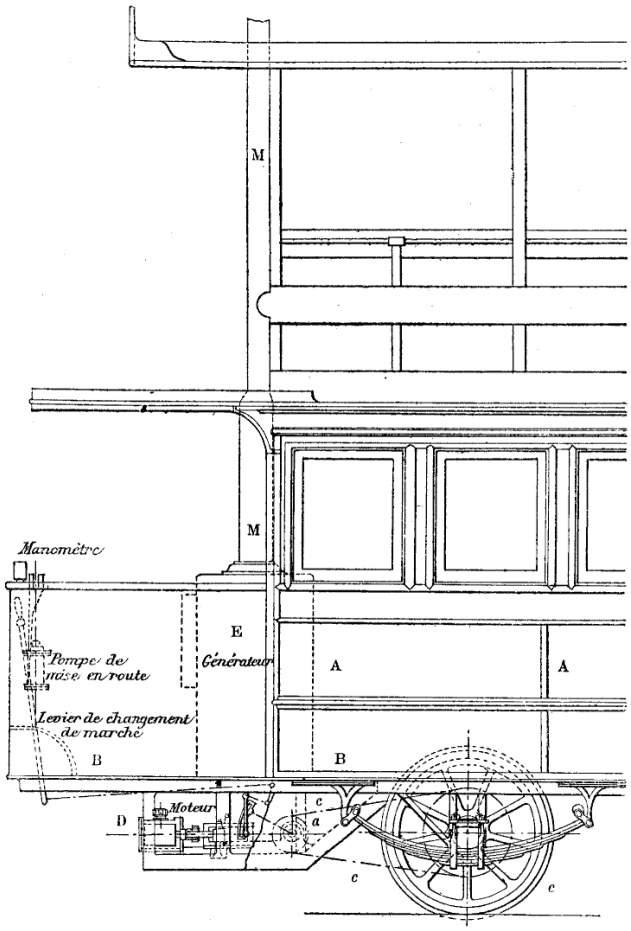


Fig. 1. — Élévation d'une partie de la voiture.

En outre, les jours d'affluence, on peut atteler, à cette voiture automobile, une et même deux autres voitures; on arrive ainsi à un convoi pesant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus de 20 000 kilogrammes pour un poids moteur de 1 500 kilogrammes seulement.

Dans l'une des expériences, la voiture automobile, attelée à une deuxième voitures de 32 places, a gravi une pente de 34 millimètres à la vitesse de 25 kilomètres à l'heure.

Les arrêts sont très prompts, les démarrages rapides, la manœuvre simple et facile; le chargement du foyer est suffisant pour un parcours complet (11 kilomètres) de la ligne, de sorte que le mécanicien n'a pas, en cours de

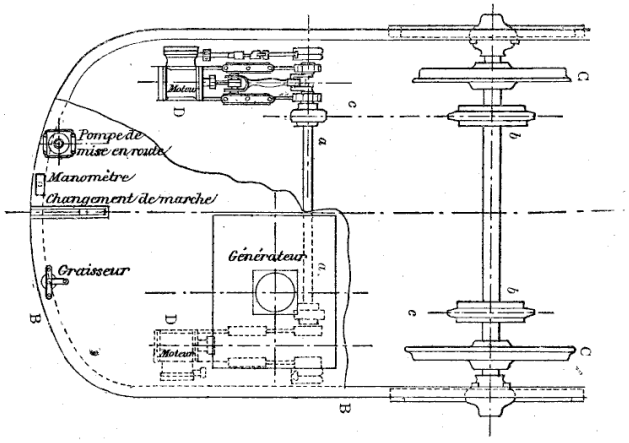


Fig. 2. — Plan-coupe du mécanisme moteur.

route, à s'occuper de sa chaudière. L'appareil n'émet ni fumée, ni vapeur, ni odeurs désagréables; le bruit en marche est à peine sensible.

Ces résultats remarquables sont obtenus à l'aide d'une série de dispositifs ingénieux que nous allons rapidement décrire :

La disposition en spirale des tubes aplatis se prête mal à un développement un peu considérable de la surface de chauffe; M. Serpollet l'a remplacée par un agencement différent. Le tube d'acier est étampé, de telle sorte que la section transversale se présente sous l'aspect d'une demi-lune, traversée, au milieu de son épaisseur, par l'aire de passage libre, laquelle forme ainsi une ligne en demi-cercle, d'une fraction de millimètre d'épaisseur (fig. 3). Les tubes sont droits; ils sont disposés l'un à côté de l'autre, comme les barreaux d'une grille horizontale; deux barreaux voisins communiquent par leurs extrémités; les communications sont établies de façon que l'eau aille en serpentant d'un barreau à l'autre dans toute la largeur de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil ; plusieurs plans de tubes pareils sont superposés pour constituer la chaudière ; les divers plans sont réunis en tension ; l'eau pénètre par le bas et circule successivement dans tous les tubes, en se transformant en vapeur, pour sortir enfin par le dernier tube de la rangée supérieure.

Le générateur est renfermé dans une enveloppe réfractaire, qui se termine dans le bas par une grille chargée de coke et aboutit dans le haut à une

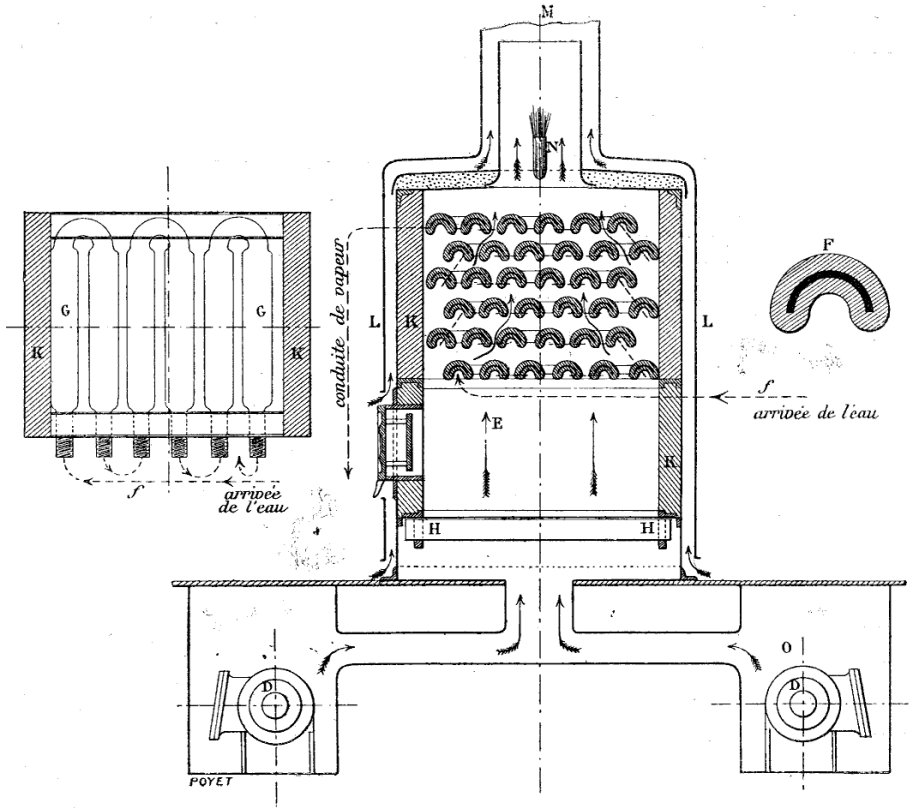


Fig. 3. — Chaudière.

courte cheminée ; le tirage est activé par l'échappement de la machine motrice.

Celle-ci, installée sous la plate-forme, se compose de deux cylindres conjugués sur un même arbre par des manivelles rectangulaires (fig. 4) ; la distribution est faite par coulisse de changement de marche ; les pistons ont 130 millimètres d'alésage et 130 millimètres de course. Ce mécanisme est enfermé dans des boîtes en tôle hermétiques qui le mettent à l'abri de la poussière.

La transmission au premier essieu de la voiture est donnée par deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chaînes de Gall et des roues dentées ralentissant la vitesse angulaire dans le rapport de 1 à 3. Le premier essieu est accouplé au second par une chaîne de Gall de manière à réaliser l'adhérence complète.

La machine actionne la pompe alimentaire; sur la conduite de refoulement est branchée une conduite de retour commandée par un robinet à vis; c'est en agissant sur ce robinet, à l'aide d'une manivelle, que le mécanicien règle la puissance de l'appareil. Il en résulte, à chaque arrêt, un retour d'eau rapide à la bâche; ces retours d'eau fréquents, qui parcourent tous les tubes du générateur, suffisent, paraît-il, pour entretenir ces tubes en bon état de propreté. Les variations de la pression, manifestées dans les expériences par un manomètre spécial, sont très rapides et obéissent avec une grande docilité à la main du mécanicien.

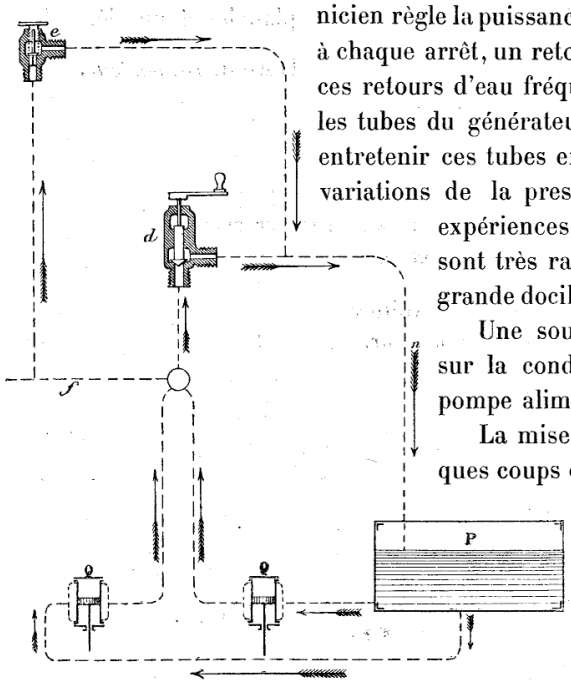


Fig. 4. — Schéma de l'alimentation.

Une soupape de sûreté est montée sur la conduite de refoulement de la pompe alimentaire.

La mise en marche se fait par quelques coups d'une petite pompe à main.

Pour éviter les odeurs d'huile répandues dans l'atmosphère, l'auteur a recours à un procédé qui s'est montré fort efficace. La cheminée de la chaudière pénètre dans le bas d'une cheminée extérieure plus haute et plus large, laquelle communique avec une enveloppe, qui entoure le générateur à quelques centimètres de distance. Les vapeurs d'échappement sont ainsi diffusées dans un courant d'air chaud, qui supprime toute odeur de graisse chauffée. De plus, les boîtes enfermant les moteurs sont reliées par un large conduit, qui débouche dans le cendrier. Le bruit de l'échappement a disparu de la manière la plus complète par l'emploi d'un réservoir amortisseur, placé sur la canalisation de l'échappement.

Telles sont les dispositions à l'aide desquelles M. Serpollet espère résoudre le problème si difficile de la traction mécanique sur les tramways. Elles ont paru présenter un véritable et sérieux intérêt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Comité des Arts mécaniques se plaît à espérer qu'on se trouve enfin sur la voie qui conduira à l'amélioration des transports en commun, lesquels sont indispensables pour tout le monde et principalement pour la classe ouvrière, et qui, jusqu'à ce jour, laissent tant à désirer et sont restés si arriérés dans notre ville capitale. Il a, en conséquence, l'honneur de vous proposer de remercier M. Serpollet de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec une planche et une légende.

Signé : J. HIRSCH, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 2 *février* 1894.

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT LE GÉNÉRATEUR SERPOLLET APPLIQUÉ A LA TRACTION DES TRAMWAYS

Fig. 1. — Élévation d'une partie de la voiture.
Fig. 2. — Plan-coupe du mécanisme moteur.
Fig. 3. — Chaudière.
Fig. 4. — Schéma de l'alimentation.
AA, Caisse de la voiture.
BB, Châssis.
CC, Roues.
DD, Machines à vapeur motrices.
a a, Arbre de cette machine.
b b, Essieu moteur.
c c, Chaînes de Gall reliant l'essieu moteur à l'arbre moteur.
E, Chaudière.
F, Coupe de l'un des tubes.
GG, Vue d'un des plans de tubes.
HH, Grille.
KK, Enveloppe réfractaire.
LL, Deuxième enveloppe s'ouvrant dans la cheminée.
MM, Cheminée.
N, Bure d'échappement de la machine.
OO, Caisse étanche enveloppant les moteurs et envoyant sous la grille les fentes de vapeur.
P, Bâche à eau.
QQ, Pompes alimentaires.
d, Robinet à pointeau gouvernant le retour d'eau.
e, Soupape de sûreté.
f f, Conduite alimentaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. JOSEPH IMBS, *au nom du Comité des Arts mécaniques sur la* PROPOSITION D'UNIFICATION DE LA JAUGE DES MÉTIERS A TRICOTS, DE M. CHARLES CAMBON.

MESSIEURS,

M. Charles Cambon, fabricant de bonneterie à Sumènes, a adressé à la Société d'Encouragement une note relative aux efforts faits par lui en vue de déterminer et de faire adopter une base commune de numération pour la définition des degrés de finesse relative des métiers à tricot. Après quelques tâtonnements et aidé par les conseils judicieux de notre collègue, M. Ed. Simon, M. Charles Cambon propose la substitution d'une jauge par décimètre aux jauges usitées par triples pouces, anglais, français ou allemands, et la suppression de toute subdivision en gros ou fin.

L'unification de jauge des métiers à tricot ainsi proposée est bien rationnelle et elle mérite à coup sûr d'être encouragée par l'approbation de la Société d'Encouragement. Malgré les lenteurs inévitables que peut rencontrer dans son adoption pratique toute convention nouvelle se substituant à titre international aux nombreuses conventions locales antérieures, on peut dire de celle-ci qu'elle a pour elle l'avenir, comme le système métrique qui lui sert de base. D'autre part l'approbation de la Société d'Encouragement contribuera efficacement à la propager en France d'abord. Ce résultat serait d'autant plus utile que les appellations usitées jusqu'ici dans cette classe de nos industries françaises sont particulièrement illogiques, et leur maintien actuel constitue une étrange anomalie en face de nos bases générales de mensuration, que tant de pays nous ont déjà empruntées.

« Le nombre d'aiguilles contenu dans un décimètre, mesuré sur la ligne droite ou courbe qui passe par les becs d'aiguilles, constitue le numéro de finesse d'un métier à tricot, » telle est la formule proposée et bien recommandable.

Par contre, le rapporteur ne saurait recommander, comme le suggère M. Cambon, d'ajouter, même à simple titre de renseignement, le numéro du fil à utiliser pour un numéro déterminé de métier. La très grande élasticité propre à l'emploi de tout métier à tricot, ne permet pas de donner un renseignement juste par un chiffre fixe. Ce chiffre serait en outre conven-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tionnel lui-même. Il aurait donc le grave défaut de paraître trancher sommairement une autre question d'unification, infiniment plus complexe, celle du titrage des fils. Pour cette dernière, diverses considérations recommandent une certaine réserve. En effet la nature n'a pas prévu le désir de classification unique qui peut nous animer. Elle nous fournit, fort heureusement, les diverses et nombreuses fibres textiles, non pas conformes les unes aux autres, mais au contraire douées d'aptitudes et de caractères essentiellement différents. Beaucoup de bons esprits pensent, par suite, que, alors même que tous les pays se seront ralliés à notre système de mesures et de poids, il sera encore impossible de recourir, sans de sérieux inconvénients, à une échelle de titrage commune, par exemple, au chanvre de Manille qui ne fournit qu'un gros fil de caret et à la soie qui fournit le fil de grège. D'ailleurs, en ce qui concerne un métier à tricot, c'est le volume ou la section du fil à y faire fonctionner, qui serait l'élément dont l'indication offrirait seule de l'intérêt. Or le titre d'un fil exprime une relation de poids et de longueur et ne dit rien quant au volume. Ce volume dépend de la densité intrinsèque de la fibre considérée. Il dépend encore des procédés employés à la filature et on sait que ces procédés peuvent, selon les exigences du tissu, modifier dans des proportions très importantes les volumes des filés, obtenus d'une même matière et à un même titre.

Nous pensons donc qu'il serait inopportun de compromettre le résultat utile et bien réalisable de l'unification de la jauge des métiers à tricot, proposée par M. Cambon, en cherchant à y joindre un renseignement accessoire, qui demeure variable en principe, et qui ne pourrait pas trouver actuellement de formule générale, si même il était constant.

Le Comité des Arts mécaniques propose de remercier M. Charles Cambon de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Jos. Imbs, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 9 *mars* 1894.

AGRICULTURE

Transporteurs hydrauliques a barrages, par M. Bondonneau.

Les transporteurs hydrauliques sont formés par des caniveaux en bois, tôle ou maçonnerie, dont la pente variable est déterminée par la nature de la matière à transporter et par le volume d'eau disponible.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En fonctionnant à vide l'eau s'écoule naturellement et régulièrement au fur et à mesure de son arrivée et l'on peut facilement verser, sur le parcours, des betteraves, des pommes de terre, lesquelles, si elles sont en petit nombre, arrivent au laveur, sans qu'il y ait nécessité de les pousser. Il n'en est plus de même lorsque la quantité à entraîner est importante (une brouette, un wagonnet), comme il arrive quand le tas à prélever est un peu éloigné du transporteur. Dans un travail actif, le versement de la brouette est généralement brusque, et il se produit immédiatement en A (fig. 1) un barrage qui interrompt tout écoulement; barrage qu'un homme est obligé de détruire avec un bâton, ou il faut attendre que l'eau soit suffisamment accumulée à l'arrière pour pouvoir produire la chasse. L'afflux de cette grande quantité d'eau amène très rapidement la

Fig. 1.

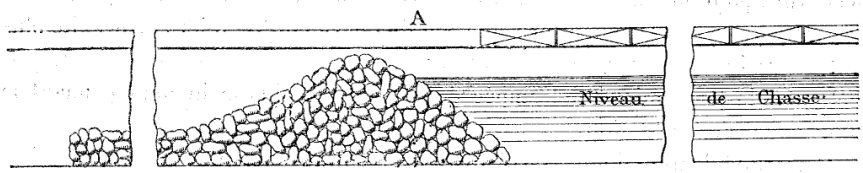


Fig. 2.

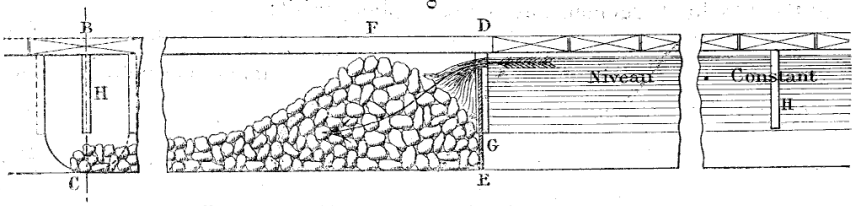


Fig. 1 et 2. — Transporteurs hydrauliques à barrages.

matière au laveur, l'écoulement de l'eau dans le transporteur redevenant normal jusqu'au chargement suivant.

Dans ces conditions le transporteur fonctionne par intermittences et présente deux inconvénients importants : 1° il arrive au laveur en même temps une grande quantité de matière et d'eau pouvant produire engorgement; 2° par la grande rapidité du transport, les tubercules et racines n'ont pas une durée de contact avec l'eau suffisante pour être détrempés, en subissant un premier lavage, qui les débarrasse de la plus grande quantité de terre possible.

J'ai remédié à ces inconvénients par la disposition suivante, établie depuis 1890 à la féculerie de Chalon-sur-Saône.

Les transporteurs sont en maçonnerie, noyés dans le sol, à parois verticales et à fond demi-cylindrique (fig. 2).

Dans chaque paroi verticale, on pratique de distance en distance, suivant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'agencement des magasins, des rainures H, de 3 à 4 centimètres de profondeur et de 3 à 4 centimètres de largeur, dans lesquelles vient s'encastrer une plaque de tôle mobile G de 6 à 8 millimètres d'épaisseur, dont la partie inférieure est découpée en demi-cercle suivant la forme du transporteur (coupe B), sa hauteur étant inférieure d'au moins 8 centimètres à celle du transporteur.

Cette plaque étant placée dans les rainures, l'eau vient buter contre, et ne trouvant plus d'écoulement elle s'amasse à l'arrière jusqu'à son niveau supérieur, moment où elle passe par-dessus, pour s'écouler régulièrement à l'avant comme dans le transporteur libre; par conséquent, tant que la plaque de tôle ne sera pas enlevée, la retenue d'eau sera constante et établie une fois pour toutes.

En versant en F, de la betterave, de la pomme de terre, l'espace intercalaire entre F et la plaque G est rempli en moins d'un instant de la quantité d'eau nécessaire pour désagréger la masse; mais, comme ce volume est très faible, il ne peut y avoir entraînement brusque, celui-ci devenant régulier et par suite plus lent, les racines ou tubercules restent plus longtemps en contact avec l'eau, permettant à la terre mieux détrempée de se détacher plus facilement pendant le mouvement de translation.

Cette modification donne, en résumé, les résultats suivants :

1° Plus grande régularité de l'arrivée au laveur;

2° Facilité du chargement, détrempage plus parfait;

3° Possibilité, avec un même volume d'eau, d'entraîner un poids plus considérable de matière, ou de diminuer la pente des entraîneurs, permettant de les prolonger et d'en augmenter le rayon d'effet utile.

ARTS CHIMIQUES

Étude comparée des procédés d'analyse employés dans le dosage du carbone contenu dans le fer, par le Prof. Walther Hempel.

Le nombre des méthodes d'analyse proposées pour le dosage du carbone dans les différentes espèces de fer est considérable. Dans ce nombre les méthodes seules dans lesquelles le carbone est converti en acide carbonique puis pesé, ou mesuré, donnent des résultats certains. La pesée directe de l'acide carbonique obtenu a été reconnue absolument incertaine. La détermination exacte de la teneur en carbone a cela de difficile que tantôt par l'emploi de dissolvants énergiques, une partie du carbone se perd sous forme d'hydrogène carboné, ou que tantôt une partie du carbone mélangé aux oxydes ou aux sels formés reste inoxydé.

Sans nous occuper d'un certain nombre de méthodes analytiques dont les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

défauts ont été suffisamment reconnus par les travaux antérieurs, les méthodes suivantes adoptées par la pratique analytique peuvent se diviser en trois grands groupes.

GROUPE I. — **Méthodes dans lesquelles le carbone est séparé du fer par les dissolvants appropriés, puis dosé par combustion.**

1. *Méthode de Berzelius.* — Le fer est dissous par des sels métalliques neutres, notamment par le chlorure de cuivre, exempt de tout excès d'acide chlorhydrique libre, ou par le sulfate de cuivre.

2. *Méthode de Berzelius modifiée par Pearse et Greath.* — A la place du chlorure de cuivre on emploie le chlorure de cuivre ammoniacal. Richter propose de substituer le chlorure de cuivre potassique au chlorure de cuivre ammoniacal. Ullgreen emploie comme dissolvant de la fonte 1 partie de sulfate de cuivre dissous dans 5 parties d'eau et oxyde le résidu par l'acide chromique et l'acide sulfurique. Perry dissout la matière dans le sulfate de cuivre et brûle le résidu mélangé d'oxyde de cuivre. Le volume de l'acide carbonique est mesuré.

Pour attaquer le fer on se sert d'une dissolution de 300 grammes de chlorure de cuivre ammoniacal du commerce dans 1 litre d'eau. Pour dissoudre 1 gramme de fer finement divisé, 50 cc. environ de cette dissolution sont employés. En agitant le tout, la dissolution est complète au bout de 25 minutes environ. Pour dissoudre les sels basiques formés pendant l'opération on additionne de 2 à 3 gouttes d'acide chlorhydrique, puis on filtre. Le filtre est fait au moyen de fragments de verre placés dans le fond d'un entonnoir et recouverts d'amiante. Lorsque le liquide filtré passe entièrement limpide, le résidu est lavé à fond, d'abord avec du chlorure de cuivre ammoniacal, puis avec de l'eau.

La transformation du résidu de carbone en acide carbonique se fait dans un ballon avec 10 cc. d'une solution d'acide chromique obtenue en faisant dissoudre 30 gr. d'acide chromique dans 100 cc. d'eau et 50 cc. d'acide sulfurique concentré.

Le dégagement de l'acide carbonique dure environ 1 heure. On porte alors le liquide à l'ébullition et l'acide carbonique chassé par un courant d'air est reçus dans les tubes à potasse caustique d'un appareil Liebig.

3. *Méthode de Berzelius.* — Le fer est dissous par le nitrate d'argent fondu et le résidu soumis à la combustion.

4. *Méthode de Boussingault.* — Le fer finement divisé est mélangé avec 15 fois son poids de chlorure de mercure et un peu d'eau. Le résidu contenant le carbone est séparé du mercure dans un courant d'hydrogène, puis brûlé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La fonte finement divisée est mélangée dans un mortier d'agate avec 15 fois son poids de chlorure de mercure, puis additionnée d'eau de manière à former un magma clair qui est trituré environ une demi-heure. Pendant cette opération une sensible odeur d'hydrogène carboné se dégage. Le mélange est maintenu pendant une heure à une température de 80 à 100° C.

Le résidu filtré est lavé à l'eau chaude, séché à l'étuve et placé dans une nacelle en platine, puis il est chauffé petit à petit au rouge dans un courant d'hydrogène bien sec pour volatiliser le chlorure de mercure. Plusieurs essais échouèrent parce que dans la sublimation du mercure le carbone est très facilement entraîné mécaniquement.

L'hydrogène était complètement débarrassé d'acide carbonique par un passage sur du platine chauffé au rouge vif.

Le carbone fut oxydé comme dans la méthode précédente au moyen d'un mélange d'acide chromique et d'acide sulfurique.

5. *Méthode d'Eggertz.* — Le fer est dissous dans l'iode ou le brome, le résidu brûlé avec le chromate de plomb et l'acide carbonique pesé.

6. *Méthode de Weyl.* — Le fer est dissous au moyen d'un faible courant galvanique et le résidu brûlé.

Les fragments du fer à analyser sont dissous dans l'acide chlorhydrique à l'aide d'un faible courant électrique produit par un élément Bunsen. Le résidu de carbone est rassemblé sur un filtre d'amiante puis converti par oxydation en acide carbonique et pesé.

7. *Méthode de Berthier.* — Le fer est oxydé dans un courant d'air athmosphérique humide; puis l'oxyde de fer est dissous dans l'acide chlorhydrique, filtré, et le résidu brûlé.

8. *Méthode de Saernshœm.* — L'hydrogène carboné, formé lors de la dissolution du métal, est brûlé et l'acide carbonique est pesé comme dans l'une des méthodes ci-dessus.

Le fer est dissous dans un mélange d'acide chromique et d'acide sulfurique dans les proportions mentionnées précédemment; les gaz produits pendant la réaction passent dans un tube en U vide, puis dans un tube en U rempli d'oxyde de cuivre chauffé au rouge, ensuite dans un flacon laveur contenant de l'acide sulfurique et un tube à chlorure de calcium et enfin à travers l'appareil de Liebig garni de potasse caustique. L'acide carbonique formé est complètement chassé dans l'appareil à potasse par un courant d'air.

Des tubes de sûreté viennent compléter l'appareil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GROUPE II. — **Le fer est séparé par volatilisation à une température élevée.**

9. *Méthode de Berzelius et de Wœhler.* — Le fer est séparé du carbone à l'état de chlorure de fer et est volatilisé dans un courant de chlore à la température du rouge vif; le carbone est brûlé et pesé sous forme d'acide carbonique.

Le fer, placé dans une nacelle de porcelaine, est introduit dans un tube en verre réfractaire et soumis, à la chaleur du rouge vif, à l'action du chlore gazeux. Le courant de chlore doit être complètement débarrassé d'air et de vapeur d'eau, ce qui s'obtient en faisant passer ce gaz à travers des flacons laveurs à acide sulfurique et un tube rempli de fragments d'argile chauffés au rouge vif. Après volatilisation de tout le fer sous forme de chlorure, le résidu de carbone est brûlé et pesé sous forme d'acide carbonique.

10. *Méthode de Deville.* — Le fer est volatilisé à l'état de chlorure dans un courant d'acide chlorhydrique sec, le carbone brûlé et pesé à l'état d'acide carbonique.

GROUPE III. — **Le fer est directement soumis à la combustion sans séparation préalable du carbone.**

11. *Méthode de Berzelius.* — Le fer est brûlé directement dans un courant d'oxygène.

12. *Méthode de Regnault.* — Le fer est brûlé au moyen d'un mélange de chromate de plomb et de chromate de potasse.

Le fer, mis dans une nacelle placée dans un tube en verre réfractaire enveloppé d'une toile métallique, est chauffé au rouge vif, d'abord dans un courant d'air, puis dans un courant d'oxygène; l'acide carbonique produit est recueilli comme d'ordinaire et pesé.

Les résidus de la combustion imprégnés d'acide chlorhydrique donnent une odeur sensible d'hydrogène carboné.

13. *Méthode de Kudernatsch.* — Le fer est mélangé avec de l'oxyde de cuivre et brûlé dans un courant d'oxygène.

14. *Méthode de Bruner Gmelin.* — Le fer est brûlé au moyen d'un mélange d'acide chromique et d'acide sulfurique; l'acide carbonique produit est pesé.

15. *Méthode de Wiborgh, Reis, Thœrner, Lunge et Machlewski.* — Le fer est traité comme ci-dessus et le volume d'acide carbonique est mesuré.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme le but de ces recherches était de déterminer les méthodes les plus recommandables, on n'a pas eu à s'occuper des procédés qui, à cause du défaut de précision des résultats, ou la difficulté d'exécution, se recommandaient peu au choix de l'expérimentateur. Il en sera d'ailleurs parlé dans les conclusions de ce travail.

Pour se rendre compte autant que possible de la valeur de chacune de ces méthodes, on fit des analyses de fer puddlé, de fer fondu, d'acier, de fonte grise et de fonte blanche ou spéculaire.

Une difficulté toute particulière s'est présentée dans le courant de ces recherches, savoir : le choix de la meilleure manière de prélever les échantillons destinés aux analyses. On trouva qu'il n'y avait pas lieu de préparer une certaine quantité de copeaux de fonte grise pour l'employer au fur et à mesure des besoins, car les secousses inévitables du récipient déterminaient la séparation du graphite qui est plus léger qne le fer. En conséquence, pour chaque analyse il faut préparer une quantité suffisante de copeaux et ne pas garder le surplus. Néanmoins on ne put obtenir de résultats entièrement concordants dans un grand nombre d'essais, les fragments de métal de différentes parties d'un échantillon accusant de légères variations en carbone à cause de l'inégalité de refroidissement des diverses parties du métal.

L'acier fondu seul a paru la matière la plus propre aux analyses comparatives. Pour juger de l'exactitude des différentes méthodes, il fut prélevé avec un foret bien affilé sur le milieu d'un bloc d'acier fondu une quantité d'environ 2 kilos de copeaux que l'on mit dans un flacon de verre, ces copeaux formant une matière bien homogène.

Méthode précédente perfectionnée.

D'après Wiborgh, le fer à analyser est traité par le sulfate de cuivre, et le cuivre précipité mélangé avec quelques parcelles de fer non attaqué, ainsi que le résidu de carbone, est dissous dans un mélange d'acide chromique et d'acide sulfurique, l'acide carbonique formé est déterminé volumétriquement.

Wiborgh mentionne d'une manière fort explicite que dans la dissolution du fer par le sulfate de cuivre, ce dernier fût-il tout à fait neutre, il se développe toujours un peu d'hydrogène carboné. Cette production se manifeste surtout en grande quantité lorsqu'on agit sur de la fonte grise ou de l'acier qui, après avoir été porté au rouge, a été soumis à un refroidissement très lent.

Reis fait remarquer à juste titre que la mesure du volume d'acide carbonique qui a passé dans l'eau, comme le fait Wiborgh, donne toujours des erreurs inévitables, et que les quantités de $0^{gr},1$ ou $0^{gr},2$ de fer employées dans les analyses conduisent facilement à des résultats inexacts parce qu'il est difficile d'obte-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nir des échantillons suffisamment homogènes. C'est pourquoi Reis emploie des quantités plus grandes et opère avec un appareil à mercure de sa construction.

Thœrner change la disposition mécanique de cet appareil. Lunge et Machlewski font remarquer avec raison qu'il serait utile de construire l'appareil de manière à éviter le contact des bouchons et des tubes en caoutchouc avec les vapeurs d'acides chromique et sulfurique bouillants. Ils ont construit à cet effet un appareil dont les diverses parties ne comportent que des fermetures à l'émeri; l'acide carbonique est mesuré au moyen d'une pipette à potasse caustique. Pour mesurer le volume ils emploient le nitromètre ou volumètre de Lunge.

Comme il est certain que la méthode de Wiborgh modifiée par Lunge et Machlewski est de beaucoup préférable aux procédés de Wiborgh, Reis et Thœrner, les essais n'ont été faits que par ce seul procédé.

Pour se rendre compte jusqu'à quel point dans la dissolution du fer par le sulfate de cuivre, il se produisait de l'hydrogène carboné dont les méthodes de Wiborgh, Lunge et Machlewski ne tiennent pas compte, on fit un essai particulier et l'on trouva que dans la détermination de l'acide carbonique il restait un gaz non absorbable par la potasse caustique.

Ce résidu gazeux brûlé dans un eudiomètre a permis de constater une petite quantité d'acide carbonique qui dénotait de l'hydrogène carboné ou de l'oxyde de carbone.

Afin de savoir si l'hydrogène carboné se forme lors du contact avec le sulfate de cuivre, ou lors du traitement avec les acides chromique et sulfurique, on fit deux essais dans lesquels le fer ne fut mis en contact qu'avec le sulfate de cuivre.

Le résultat indiqua une quantité d'hydrogène carboné nullement négligeable et qui même est de beaucoup plus grande que toutes les autres erreurs inhérentes à la méthode.

Ces essais démontrent d'une manière péremptoire que même dans la manière d'opérer préconisée par Lunge et Machlewski, on ne peut éviter complètement la formation d'hydrogène carboné. Mais comme l'oxydation du fer avec les acides chromique et sulfurique et le dosage volumétrique du gaz présentent certainement de grands avantages, l'auteur entreprit un grand nombre d'essais pour savoir s'il n'était pas possible d'obvier à l'inconvénient signalé plus haut.

On essaya d'abord si la dissolution du fer dans un mélange d'acide sulfurique dilué et de permanganate de potasse ne produisait pas d'hydrogène carboné; c'est ce qui a lieu. On trouva même qu'il n'était pas possible ainsi d'oxyder le graphite, la température de décomposition du permangate étant trop basse.

On trouva encore qu'en modifiant la méthode de manière à dissoudre le fer comme précédemment, et en procédant ensuite à l'oxydation du carbone au moyen d'acides sulfurique et chromique il ne fallait pas espérer obtenir un résultat pratique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Partant de ce principe qu'il est possible d'éviter, dans la méthode de Weyl, sous l'action d'un courant électrique, la formation d'hydrogène carboné même dans les solutions acides ou d'en amoindrir au moins la production, on eut l'idée d'essayer si l'addition d'un métal plus électro-positif que le cuivre par rapport au fer ne pouvait donner un résultat meilleur. Le mercure et les métaux précieux se présentaient naturellement.

L'essai a pleinement justifié cette supposition. L'emploi du mercure paraît préférable, parce que, métal liquide à la température ordinaire, il se laisse plus facilement peser et manier.

Les essais suivants furent entrepris pour constater d'un côté que le mercure exerce son action sur les espèces les plus variées du fer, et d'un autre côté pour déterminer dans quelles proportions de concentration l'acide sulfurique et l'acide chromique agissaient le plus utilement.

$0^{gr},513$ de fonte grise, qui dans les essais précédents dégageait en présence de la solution de sulfate de cuivre une forte proportion d'hydrogène carboné, fut mis avec une grosse goutte de mercure, pesant $2^{gr},3$, dans 10 cc. d'une solution à 50 p. 100 d'acide chromique, 28 cc. eau et 3 grammes d'acide sulfurique concentré.

Le mélange abandonné trois quarts d'heure fut alors, après addition de 100 gr. d'acide sulfurique concentré et de 50 grammes d'eau, soumis à l'ébullition pendant une heure. Le gaz dégagé fut mesuré et analysé.

Le gaz contenait $30^{cc},2$ d'acide carbonique, le reste non absorbable par la potasse, $24^{cc},3$, après addition de $5^{cc},6$ d'hydrogène pur et brûlé dans un eudiomètre fournit un volume de $21^{cc},2$.

Le mélange gazeux restant après l'explosion ne contenait pas trace d'acide carbonique, mais par contre on constata 13,1 p. 100 oxygène, dont la présence attestait que lors de l'explosion il y avait une quantité suffisante d'oxygène pour oxyder tous les gaz combustibles.

Des $30^{cc},2$ d'acide carbonique on déduit pour la fonte une teneur en carbone de 3,155 p. 100.

Quatre autres essais ne décelèrent pas la production d'une quantité appréciable d'hydrogène carboné quand on ajoutait du mercure.

Le premier essai, ainsi que les deux derniers démontrent qu'il est possible avec l'addition d'une parcelle de mercure métallique de dissoudre le fer dans les acides chromique et sulfurique sans développer des quantités appréciables d'hydrogène carboné. Cette observation est très importante, parce que l'analyse se trouve ainsi considérablement abrégée, le procédé au sulfate de cuivre exigeait de 1 à 6 heures pour la substitution du cuivre au fer, si l'on veut éviter qu'à l'ébullition avec les acides chromique et sulfurique des portions d'hydrogène carboné ne restent inoxydées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil Lunge-Machlewski dont on s'est d'abord servi présentait un grand inconvénient. Le robinet en verre qui se trouve sur l'appareil générateur ne peut être graissé et quoique enduit d'acide sulfurique il fonctionne mal, et se brise la plupart du temps.

L'auteur fut donc conduit à adopter la méthode suivante, applicable à toute espèce de fer.

Nouvelle méthode de Hempel.

On attaque environ $0^{gr},5$ de fer, en présence de 2 grammes de mercure métallique, au moyen d'un mélange d'acide chromique, d'acide sulfurique et d'eau dans un appareil où l'air est raréfié; le mélange formé d'air, d'oxygène dégagé par l'acide chromique et d'acide carbonique est mesuré, puis l'acide carbonique est déterminé volumétriquement par absorption dans une lessive de soude.

Description de l'appareil. — L'appareil consiste en une éprouvette à gaz, un ballon, et un appareil absorbant.

L'éprouvette à gaz (fig. 1) est disposée de manière que les volumes puissent être réduits à 0° et 760 millim. Ces mesures se font sur le mercure. La burette consiste en un tube mesureur A, un tube correcteur B et un tube manométrique F. L'éprouvette et le tube correcteur sont placés dans un manchon en verre C rempli d'eau, fixés à un fort socle de fer E.

L'éprouvette A mesure environ 150 cc.; elle est renflée à la partie supérieure et la partie inférieure est graduée en centimètres et dixièmes de centimètres cubes. En D, elle est fermée par un robinet à double ouverture comme celui de Greiner-Friedrichs.

Ce robinet permet de mettre en communication l'intérieur du tube à mensuration avec les raccords capillaires *a* ou *b* (fig. 2).

Le tube à correction B ne forme qu'une pièce avec le tube manométrique F. C'est un simple tube en verre fermé au chalumeau à sa partie inférieure et muni d'un raccord capillaire en *g*. Le tube manométrique est un tube en verre en forme d'U renflé en *k* et *i*. Le tube capillaire *k* le relie au mesureur en *a* au moyen d'un caoutchouc.

Pour faire usage de l'appareil, on introduit à travers les tubes capillaires un peu d'eau distillée dans le tube à correction B et l'on mouille les parois de la burette A. La boule G, qui sert à établir les niveaux, est remplie de mercure; en la soulevant, on fait arriver, après avoir mis le robinet de verre dans la position 1 (fig. 2), assez de mercure pour remplir l'espace situé entre les deux traits *h* et *i*.

Il faut ensuite déterminer le contenu du tube manométrique. Pour cela, on aspire le mercure du manomètre jusqu'en *a*, on ferme le robinet D et, après avoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mis le robinet dans la position 2 (fig. 2) on laisse entrer dans l'éprouvette un volume suffisant d'air. Le robinet étant ouvert, le gaz est à la pression atmosphérique, on lit sur l'échelle le volume indiqué.

On tourne ensuite le robinet D de manière à faire communiquer l'éprouvette

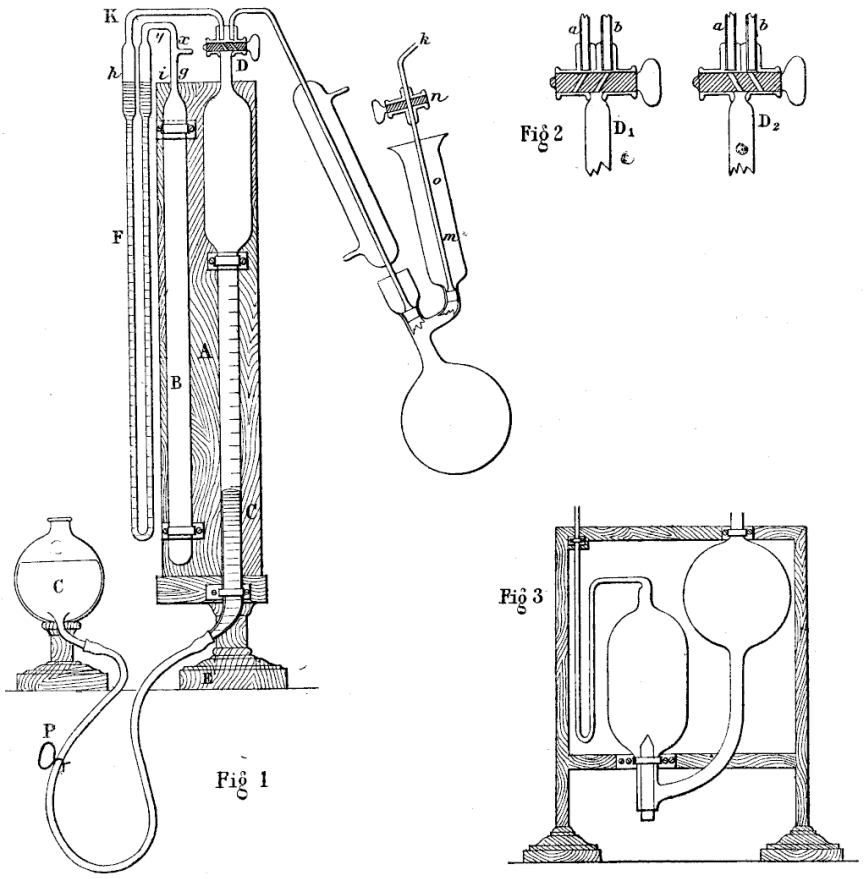


Fig. 1, 2 et 3. — Appareil de Hempel pour l'analyse des fers, fontes et aciers.

avec le tube manométrique et on chasse l'air dans le tube manométrique jusqu'à ce que le mercure se mette de niveau aux marques *h* et C. On fait alors une seconde lecture sur l'échelle. Le volume de l'espace de *h*, *a*, C dans le tube manométrique est donné par la différence de ces deux lectures. Pendant cette opération le tube capillaire *g* reste ouvert. Pour que les observations donnent les volumes à 0° et à la pression de 760 millim., on adapte en *g* un petit tube en caoutchouc muni d'une pince; le gaz est repoussé dans le tube manométrique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'en *a* et l'appareil, le robinet D étant ouvert, est abandonné à proximité d'un thermomètre et d'un baromètre pendant deux heures.

Dès que l'on juge que la température est la même dans toutes les parties de l'appareil, on lit très exactement la totalité des volumes gazeux, on note la température et la hauteur barométrique, puis on ferme le robinet D.

On calcule alors quel serait le volume correspondant gazeux à 0° sous la pression 760 millim.

En appelant *h* la hauteur barométrique, *t* la température, *f* la tension de la vapeur d'eau et V le volume constaté, le volume recherché V_0 se calculera d'après la formule :

$$V_0 = V \frac{h-f}{760\ (1 \times 0{,}00367\ t)}$$

Par exemple, si le volume du gaz est 97 cc., la hauteur barométrique, 753^{mm},3 et la température, 8,75° C., on trouve pour le volume cherché 92^{cc},1.

Le volume de l'espace compris entre *h* et *i* dans le tube manométrique relevé préalablement étant de 1^{cc},8 et la tension de la vapeur d'eau de 8^{mm},4.

Comme d'ailleurs dans cette mesure, avec le tube à correction, le gaz occupe l'espace compris entre *h* et *i*, il faut défalquer cet espace, c'est-à-dire 1^{cc},8 soit 90^{cc},3.

Pour régler le tube de correction, on place le robinet D de manière à mettre le tube mesureur en communication avec le tube manométrique, et on réduit le volume gazeux à l'espace calculé pour 0° et 760 millim. Le mercure du manomètre perd alors son niveau ; on introduit donc en *g*, par le tube en caoutchouc, autant d'air dans le tube correcteur qu'il en faut pour que le mercure se mette de niveau, et l'on ferme alors le tube en caoutchouc en *g*, avec la pince.

La fermeture du caoutchouc n'étant pas suffisante, il s'agit de souder le tube capillaire *g*. La pression qui règne à l'intérieur de l'appareil étant plus considérable que la pression extérieure, on détache le caoutchouc qui relie le tube manométrique à la burette en *a*, puis on place le tube correcteur B dans un mélange réfrigérant de glace et de sel, jusqu'à ce que le mercure du manomètre indique une pression plus faible qu'au dehors. On peut alors chauffer le tube *g* à son extrémité avec un bec Bunsen, puis étirer le verre et le fermer.

En remettant alors le tube correcteur mesureur en communication avec le tube, la lecture pourra donner directement des volumes gazeux réduits à 0° e 760 millim.

Le col du ballon où s'effectue la dissolution (fig. 1) est muni d'un manchon à travers lequel passe un tube muni d'un robinet. La contenance du ballon est de 200 cc.

L'appareil absorbant (fig. 3) est un appareil ordinaire pour absorbants solides

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou liquides, il est rempli d'une lessive de potasse caustique contenant 100 gr. de potasse caustique dans 200 gr. eau.

Solution d'acide chromique. — Les fabricants d'acide chromique commercial ayant l'habitude de couvrir entièrement les bouchons en verre des récipients avec une couche de paraffine pour obtenir une fermeture plus étanche, il vaut mieux préparer soi-même l'acide chromique nécessaire.

100 gr. d'un acide chromique sont dissous dans 300 gr. d'eau et 30 gr. d'acide sulfurique d'une densité 1,7.

La densité de cette solution doit être de 1,2. Plus élevée, elle serait trop riche en acide chromique, ce qui lors de la dissolution du fer occasionnerait un dégagement gênant d'oxygène.

Acide sulfurique. — L'acide sulfurique de densité 1,7 à 16° C., contient environ 78 p. 100 d'acide anhydre.

1000 cc. d'acide très concentré, mais pas nécessairement pur, sont mélangés avec 500 cc. d'eau et 10 gr. d'acide chromique.

Ce mélange est porté à l'ébullition dans un grand ballon sur un bain de sable. Après avoir retiré le feu, on fait passer un courant d'air à travers le liquide pour chasser l'acide carbonique formé, on prend après refroidissement la densité du liquide, dont on détermine au moyen des tables la teneur en acide sulfurique sans tenir compte de la présence de l'acide chromique et l'on ajoute la quantité d'eau nécessaire pour ramener le liquide à la densité voulue.

Opération. — On met dans le ballon une certaine quantité du fer à analyser, pesé exactement, environ $0^{gr},5$.

On ajoute dans le ballon, au moyen d'une pipette, environ $2^{gr},3$ de mercure et l'appareil est monté comme l'indique la fig. 1. Après avoir rempli complètement le tube mesureur de mercure et avoir fermé le robinet D, on fait le vide dans le ballon au moyen d'une pompe ordinaire adaptée en *k*. Pour être certain que l'appareil soit hermétiquement clos, on verse un peu d'eau dans le joint *l* et 30 cc. de la solution chromique I dans le tube *m* soudé au ballon. Le robinet *n* étant fermé, en soulevant avec précaution le tube *o*, l'acide chromique arrive dans le ballon et est porté à l'ébullition, mais non avant d'avoir fait fonctionner l'appareil de Liebig. L'ébullition, par suite de la raréfaction de l'air, se produit rapidement et est entretenue environ pendant 30 minutes. Après quoi l'on fait arriver, par le tube raccord *m*, 120 cc. d'acide sulfurique préparé comme il est dit plus haut, et l'on continue à faire bouillir encore pendant 30 minutes.

Il ne faut mettre en communication le ballon avec la burette en ouvrant le robinet D qu'autant que le fer a dégagé assez d'acide carbonique pour que la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pression soit rétablie afin de ne pas faire sortir le mercure de la burette. C'est ce qui a lieu ordinairement après l'addition de l'acide sulfurique. Tandis que d'abord il ne se dégage que de l'acide carbonique, l'élévation de température produit un dégagement considérable d'oxygène.

Après cela on cesse de chauffer, le tube *m* est rempli d'eau distillée et, en ouvrant avec précaution le tube *o*, on laisse arriver dans le ballon une quantité d'eau suffisante pour refouler tous les gaz formés dans le tube mesureur, mais en évitant qu'un excès du liquide n'arrive dans ce tube. Si le gaz produit n'arrivait pas jusque dans la partie graduée du tube mesureur, il faudrait insuffler un peu d'air pour obtenir ce résultat.

On mesure alors le volume gazeux en ayant soin que dans l'intérieur du tube mesureur il y ait un excès de pression.

Le robinet D est alors tourné de manière à mettre en communication le manomètre avec le mesureur; puis, soit en élevant, soit en abaissant la boule G, le mercure est mis en équilibre dans le manomètre. On corrige les petites différences de pression en fermant, avec les doigts, le tube de caoutchouc, et en ouvrant un instant la pince *p*.

Après avoir mesuré le volume du gaz, le robinet D est fermé, le volume gazeux du tube mesureur est fortement dilaté, puis en ouvrant doucement le robinet D, les gaz qui restent dans le manomètre en *h* et en *i* sont refoulés.

Pour absorber l'acide carbonique, la burette est reliée à l'appareil (fig. 3). Après avoir ouvert le robinet D, le gaz est refoulé dans la pipette et retourne ensuite dans le tube.

La différence entre les deux quantités de gaz donne l'acide carbonique produit.

Des essais répétés ont démontré qu'un simple passage dans la pipette est suffisant pour absorber tout l'acide carbonique.

Le métal destiné à l'analyse ne doit pas être employé en fragments trop gros. Pour l'acier et la fonte grise, les tournures d'un foret sont suffisantes. Mais pour la fonte blanche, les fragments doivent être pulvérisés de manière à ce que les parcelles passent à travers un tamis de 4 à 500 mailles par centimètre carré.

Résultats d'expériences. — Pour pouvoir juger les méthodes proposées et indiquer celle qui mérite la préférence, il est utile de résumer les résultats obtenus dans les essais.

Résultats des analyses de la fonte grise.

Berzelius, Pearse, Greath et Ullgreen.	3,36 p. 100 carbone.
Fer dissous dans le cuivre ammoniacal . . .	3,39 — —
Boussingault.	2,79 — —
Weyl.	3,42 p. 100 carbone.
Fer dissous dans un courant galvanique. . .	

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Berzelius-Wœhler	3,36	p. 100	carbone.	
Fer volatilisé dans un courant de chlore	3,21	—	—	
Berzelius-Regnault	2,70	—	—	
Fer brûlé dans un courant d'oxygène	2,89	—	—	
Saernshoem	3,42	—	—	
	3,38	—	—	
Hempel	3,40	p. 100	carbone.	Surface du métal.
Fer dissous dans un mélange d'acide chromique et sulfurique additionné de mercure. L'acide carbonique produit est jaugé.	3,20	—	—	Intérieur du bloc.
	3,24	—	—	
	3,26	—	—	

Résultats d'analyses d'acier fondu.

Berzelius, Pearse, Greath et Ullgreen	0,93	p. 100	carbone.
Fer dissous dans le chlorure de cuivre ammoniacal	0,96	—	—
Weyl	1,00	—	—
Fer dissous dans un courant galvanique	0,95	—	—
Berzelius-Wœhler	0,95	—	—
Fer volatilisé dans un courant de chlore	0,95	—	—
Saernshoem	0,97	—	—
	0,95	—	—
Hempel	0,93	—	—
Fer dissous par l'acide chromique et sulfurique additionnés de mercure	0,92	—	—
	0,95	—	—
L'acide carbonique produit est déterminé volumétriquement	0,94	—	—
	0,92	—	—
L'acide carbonique est pesé	0,93	—	—
	1,06	—	—
	0,95	—	—

Conclusions.

Pour tirer des conséquences de ces résultats, il faut d'abord remarquer que dans la fonte grise il y a souvent des différences s'élevant jusqu'à 0,2 p. 100 en teneur de carbone, même en employant la même matière selon que l'échantillon est pris à la surface ou à l'intérieur du bloc. La chose s'explique facilement si l'on réfléchit que la fonte grise n'est qu'un mélange mécanique de fer carburé et de graphite.

1. *Méthode de Berzelius.* — Cette méthode, comme l'ont déjà fait remarquer Pearse et Greath, donne certainement naissance à de l'hydrogène carboné en quantités telles qu'il est impossible de les négliger.

2. *Méthode de Berzelius modifiée par Pearse et Greath.* — Les chiffres du tableau indiquent que cette méthode donne des résultats à peu près satisfaisants.

3. *Méthode de Berzelius.* — Cette méthode paraît peu pratique. En outre,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme le démontre la description du procédé, le mode de dissolution est trop long, puisqu'il nécessite plusieurs jours.

4. *Méthode de Boussingault.* — Cette méthode donne facilement des pertes ; même en procédant avec beaucoup de soins, les résultats sont trop faibles.

5. *Méthode d'Eggertz.* — La pesée des résidus est absolument à négliger ; toutes les méthodes basées sur l'analyse compliquée des résidus mènent à des résultats trop incertains. La dissolution dans l'iode et le brome n'est d'ailleurs pas plus avantageuse que dans le chlorure de cuivre et d'ammonium. Comme le résidu contient, en outre, de l'iode et du brome, et que dans son action rapide il se produit facilement des pertes en carbone par oxydation, cette méthode est à rejeter.

6. *Méthode de Weyl.* — Elle donne des résultats satisfaisants.

7. *Méthode de Berthier.* — Les procédés indiqués demandent trop de temps pour leur exécution.

8. *Méthode de Saernshœm.* — Elle doit certainement donner des résultats très exacts. Mais il n'y a pas lieu de la préférer, si l'on peut dissoudre le fer sans donner naissance à de l'hydrogène carboné comme dans les méthodes 2, 6, 9.

9. *Méthode de Berzelius-Wœhler.* — Très bons résultats.

10. *Méthode de Deville.* — Comme l'action du chlore est de beaucoup plus énergique que celle de l'acide chlorhydrique, et que d'ailleurs le chlorure de sodium employé ordinairement pour cette préparation contient toujours des traces d'hydrocarbures qui à la calcination peuvent facilement fausser les résultats, il n'y a pas lieu de remplacer le chlore par l'acide chlorhydrique.

11. *Méthode de Berzelius.* — Les chiffres du tableau montrent qu'en procédant par cette méthode on obtient facilement une quantité inférieure d'acide carbonique, parce que la combustion complète du fer n'a lieu qu'en cas de division extrême.

Quoiqu'il ne soit pas impossible d'obtenir du fer finement pulvérisé, il y a là une difficulté à laquelle on obvie dans les autres méthodes.

12. *Méthode de Regnault.* — Mêmes difficultés que précédemment. Le métal a aussi besoin d'être très divisé.

13. *Méthode de Kudernatsch.* — Mêmes observations que pour méthodes 11 et 12.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

14. *Méthode de Gmelin.* — En procédant par cette méthode, il y a des pertes évidentes, comme le prouvent les essais. Ils démontrent que le fer ne peut être dissous dans le mélange d'acide chromique et sulfurique, sans donner naissance à de l'hydrogène carboné.

15. *Méthode de Wiborg, Reis, Thœrner, Lunge et Machlewski.* — En employant ces procédés, les essais prouvent qu'il se produit des pertes lors de la dissolution dans le sulfate de cuivre, provenant d'hydrogène carboné.

D'après ces essais la méthode 1 de Berzelius, Pearse, Greath et Ullgreen (dissolution du fer par le chlorure de cuivre ammoniacal); la méthode 6 de Weyl (dissolution du fer dans un courant galvanique); la méthode de Berzelius et Wœhler (volatilisation du fer dans un courant de chlore), paraissent devoir être préférées aux autres, ainsi que la nouvelle méthode indiquée plus haut.

En ce qui concerne l'exactitude des quatre méthodes proposées, il va de soi que les trois premières où l'acide carbonique est pesé, quoique exécutées avec beaucoup de précision, donnent des résultats un peu trop élevés, tandis que la dernière méthode volumétrique, donne des résultats un peu trop faibles. La raison en est que les gaz employés lors de la pesée pour chasser l'acide carbonique, air ou oxygène, contiennent encore des traces de gaz absorbable par la lessive caustique, tandis qu'en procédant par volumes, il se perd facilement une petite quantité d'acide carbonique absorbé par le mélange d'acide chromique et sulfurique.

En opérant avec soin, les méthodes donnent des chiffres d'une exactitude rigoureuse. La méthode donnée par l'auteur a sur toutes les autres, connues jusqu'à ce jour, l'avantage d'une rapidité d'exécution plus grande, le fer se dissolvant beaucoup plus rapidement dans le mélange d'acide chromique et sulfurique en présence du mercure, que dans le mélange de ces acides seuls.

Mais les quantités à analyser ne doivent pas sensiblement dépasser $0^{gr},5$; seulement, en consultant les résultats, on peut se convaincre d'une concordance peu habituelle dans la plupart des méthodes analytiques.

La méthode de Weyl (solution au moyen d'un courant galvanique) a ce défaut qu'elle ne permet pas d'employer de copeaux, de limaille ou de tournure, et qu'elle exige un fragment entier de métal.

En outre, la dissolution exige beaucoup plus de temps (24 heures) qu'avec le chlorure de cuivre et d'ammonium, ou dans la volatilisation un courant de chlore.

Outre le maniement toujours incommode de chlore, ce procédé ne donne de bons résultats que si le gaz est complètement débarrassé d'eau et d'oxygène, ce qui n'est pas facile à obtenir.

Le traitement par le chlorure de cuivre et d'ammonium demande un manipulateur habile pour éviter les pertes de carbone au filtrage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour terminer, il est à remarquer que certaines espèces de fer, comme la fonte blanche, se dissolvent difficilement dans un mélange d'acide chromique et d'acide sulfurique. Dans ce cas, la méthode avec courant de chlore est préférable parce qu'il n'y a pas lieu de se préoccuper d'une pulvérisation excessive pour réussir.

Enfin, dans la méthode proposée par l'auteur, on peut employer n'importe quel appareil pour la mesure du gaz, l'usage de l'appareil spécial n'étant pas indispensable. On peut aussi déterminer l'acide carbonique par pesée, et se passer complètement d'appareils volumétriques. Il faut seulement employer, dans ce cas, des quantités plus fortes de métal, car la pesée est loin d'être aussi précise que la détermination des volumes.

(*Verhandlungen des Vereins zur Befœrderung des gewerbfleisses.*)

ARTS ÉCONOMIQUES

Sur les récipients pour gaz comprimés en acier sans soudures, par Ch. Burg.

C'est en Angleterre que l'on a fabriqué et utilisé tout d'abord les réservoirs en acier sans soudures d'un certain volume, pour conserver des gaz comprimés ou liquéfiés à une très forte pression.

En 1885, on apprit qu'un matériel aérostatique expédié en Égypte emportait des réservoirs remplis d'hydrogène comprimé. Les Anglais avaient mis de côté les générateurs mobiles (machines très compliquées), destinés à produire l'hydrogène en rase campagne, et avaient eu l'idée d'expédier le gaz tout prêt, à l'état comprimé, sur les lieux d'utilisation. A cet effet ils mirent en réquisition des bouteilles d'acier sans soudures de $2^{m},4$ de longueur et de 13 centimètres de diamètre extérieur, d'un poids de 28 à 30 kilog., remplies d'hydrogène comprimé à 130 atmosphères. Une de ces bouteilles pouvait ainsi contenir 4 mc. de gaz. Ces premiers réservoirs leur servirent dans la campagne du Soudan et du Bechuana Land.

En 1887 l'Italie expédia aussi à Massaoua pour le même usage un semblable matériel aérostatique d'origine anglaise; elle n'eut qu'à s'applaudir de l'efficacité des résultats.

Grâce à ces essais faits sur une vaste échelle, on se rendit compte qu'il était possible de fabriquer des bouteilles assez minces pour contenir de l'hydrogène à haute pression et que l'on pouvait fabriquer des fermetures parfaitement étanches en même temps que d'un maniement facile. Il fut démontré qu'il était aisé de préparer le gaz à l'usine, de le comprimer à des pressions inusitées jusqu'à ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jour dans des réservoirs en acier sans soudures, de le conserver des mois entiers et le transporter au delà des mers, puis de s'en servir ensuite au gonflement des aérostats.

Les premières bouteilles de ce genre furent fabriquées dans une manufacture de l'État, et le procédé de fabrication naturellement resta d'abord secret.

Néanmoins, le 29 septembre 1889, Howard Lane et Richard Tanton prirent en Angleterre un brevet sous le n° 12571 pour un procédé de fabrication de bouteilles sans soudures par simple étirage de tubes obtenus dans des plaques ou des lingots creux. C'est la maison Tarenton Delmard Lane qui fournit à l'armée italienne ses bouteilles sans soudures pour la campagne d'Abyssinie.

Cette maison s'attacha à la vulgarisation de l'emploi de ces bouteilles. Elles étaient entrées dans le domaine commercial et nécessairement on chercha à savoir jusqu'à quel point l'industrie pouvait se les approprier avantageusement.

Lors de l'introduction de l'acide carbonique liquide dans le commerce, la question de bouteilles à parois très solides, mais néanmoins très faciles à manier, avait été soulevée. On fabriqua des tubes soudés en fer ou en acier, dont les extrémités avaient des fonds soudés; l'un d'eux fut taraudé et un robinet y fut fixé.

Il y a environ douze ans que ces premières bouteilles ont été indroduites dans le commerce et déjà, grâce à elles, l'industrie de l'acide carbonique a pris un essor considérable. La Société industrielle de l'acide carbonique à Berlin possède à elle seule 45 000 de ces bouteilles, et la statistique de l'Allemagne entière en accuse 150 000.

Mais ces bouteilles en fer soudé ne peuvent, eu égard à leur solidité et à leur légèreté, entrer en concurrence avec celles en acier sans soudures. Aussi voit-on depuis environ deux ans, surtout dans l'industrie de l'acide carbonique, et d'abord à la Société carbonique de Berlin, les bouteilles nouvelles en acier sans soudures prendre la place des anciennes en fer forgé, il en est de même pour l'expédition du protoxyde d'azote liquéfié.

Au commencement, ce qui distinguait le plus les bouteilles construites par Lane, ce n'était pas tant leur résistance plus élevée et la grande sécurité qu'elles offraient que leur poids relativement faible.

Toutefois Lane améliora rapidement ses procédés et l'industrie adopta ses bouteilles, non seulement pour l'acide carbonique, mais pour d'autres gaz. C'est ainsi par exemple que la fabrique d'oxygène d'Elka, à Berlin, prit naissance. Actuellement elle livre, grâce aux bouteilles sans soudures, l'oxygène sous une pression de 100 à 200 atmosphères. Mais s'il devient possible de produire ce gaz plus facilement, si son prix de revient peut s'abaisser, son emploi se généralisera certainement.

Deux grands établissements à Birmingham fabriquent ces bouteilles sans soudures : la maison déjà citée Fannton Delmard Lane et Cie et la maison Walker.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A Londres il existe une autre usine se livrant à cette fabrication : la Compagnie des projectiles.

Le procédé de fabrication anglaise se trouve décrit dans les annales de Glaser (*Annales de l'industrie et du bâtiment*, T. 20, p. 201).

Pour produire une bouteille sans soudure, le piston d'une pompe hydraulique agit sur une plaque circulaire de manière à en redresser les bords. L'opération est répétée environ douze fois avec le même piston, et en diminuant le diamètre des matrices. Ce genre d'étirage de la pièce se fait alternativement à chaud et à froid.

La partie supérieure de la pièce encore ouverte est étampée en plusieurs chauffes, au marteau-pilon pour les grosses pièces, au marteau à main pour les petites, jusqu'à la formation d'un col cylindrique de 80 millimètres de large et de 80 centimètres de long. On forme ce col en y soudant une bouchon en fer, qui est achevé sur le tour.

Les bouteilles les plus petites peuvent encore contenir 1 kilogramme d'acide carbonique; la plus grande que l'auteur ait eue à sa disposition était de $34^{lit},6$ et pouvait servir de récipient à 26 kilogrammes d'acide carbonique; elle mesurait 203 millimètres de diamètre extérieur, et ses parois avaient 8 millimètres d'épaisseur. Les plus grandes bouteilles anglaises ont 305 millimètres de diamètre extérieur et 2 500 de longueur.

Le procédé anglais pour la fabrication des bouteilles sans soudures, par étirage de plaques d'acier et de cylindres creux ne put être breveté en Allemagne, un procédé analogue y était déjà connu pour la fabrication des capsules métalliques en cuivre et en laiton.

Toutefois on eut à faire maints efforts pour s'assimiler les procédés anglais.

Dans la pratique industrielle ce sont souvent les petits détails qui finalement conduisent aux résultats définitifs, et celui qui voudrait entreprendre la fabrication de bouteilles sans soudures dont on vient de parler aurait absolument besoin de s'initier à une foule de détails indispensables à la réussite.

Cependant, aussitôt que le commerce internationnal se fut emparé de ce nouvel article, les maisons allemandes ne craignirent pas de faire les expériences nécessaires, et la réussite couronna leurs efforts.

La Société Phénix, à Saar, près Ruhrort (mines et hauts fourneaux), a installé depuis un an un grand matériel pour la confection des bouteilles sans soudures, ainsi que les armes et projectiles; l'usine est en pleine activité et livre des produits ne redoutant nullement la concurrence anglaise. Elle met sur le marché des bouteilles de 20 à 24 centimètres de diamètre extérieur avec des épaisseurs de 5 à 8 millimètres.

La Société Rhénane à Dusseldorf construit aussi des bouteilles sans soudures, ainsi que les manufactures austro-allemandes de Mannesmann et particulièrement de la Section Bons, près Saarbruck.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes les espèces d'acier, depuis les plus doux jusqu'aux plus durs, peuvent être converties en tubes pour l'obtention de bouteilles sans soudures.

Les essais faits sur les bouteilles Mannesmann accusent en moyenne une résistance égale aux bouteilles anglaises. Par contre, les bouteilles Mannesmann sont douées d'une plus grande élasticité et peuvent être placées sous ce point de vue sur le même pied que les bouteilles en fer malléable.

Dans l'usine de Mannesmann, Section Bons, une bouteille en acier remplie d'air comprimé à 100 atmosphères a été plusieurs fois projetée d'une hauteur de 6 mètres sur des rails. L'extérieur de la bouteille accusait plusieurs bosselures isolées. Elle avait un diamètre extérieur de 140 millimètres et une longueur de $1^{m},085$. Cette bouteille soumise à une pression de 250 atmosphères, au moyen d'une pompe hydraulique, ne présenta aucun défaut. Les parois résistèrent à cette pression sans accuser aucune déformation persistante. La même bouteille fut ensuite remplie de 10 kilogrammes d'acide carbonique liquide et fut soumise aux mêmes chocs que précédemment, il fut impossible de constater aucune fissure ni aucune perte d'acide carbonique.

Cette maison livre des bouteilles de 180 millimètres de diamètre extérieur et de 203 millimètres, dimension réclamée par le commerce. Quant à la longueur, elle livre des tubes qui ont jusqu'à 8 mètres de longueur.

Une bouteille de fabrication anglaise de 34 litres de capacité, pouvant contenir 26 kilos d'acide carbonique, d'un diamètre extérieur de 203 millimètres et d'une épaisseur de parois de 8 millimètres, peut recevoir des gaz comprimés à 200 atmosphères sans aucun danger. Les bouteilles ne se brisent qu'à une pression de 400 atmosphères, tandis que les bouteilles soudées cèdent déjà sous une pression de 330 atmosphères, et leur poids est double.

Le robinet doit être en bronze coulé aussi dense que possible, sans pailles ni soufflures, pour qu'un fabricant même avec l'exécution la plus soignée puisse garantir une fermeture hermétique.

Les premiers robinets donnant une bonne fermeture étaient en bronze avec fermeture avec vis en acier à pointe conique.

Pour d'autres, le joint étanche est en caoutchouc; mais on en est revenu récemment à l'emploi de deux métaux, l'un plus doux que l'autre.

Dans les robinets en deux parties de Th. Foerster, la partie inférieure fait partie intégrante de la bouteille et la seconde se trouve détachée et remise séparément au consommateur; on ne la place sur l'appareil qu'au moment de se servir du gaz. Pendant le trajet, le robinet ne peut être ouvert. Ce robinet en deux parties présente ce grand avantage que plusieurs bouteilles n'exigent qu'une seule pièce supérieure; il est inutile de recourir, pendant le transport sur les voies ferrées, à un chapeau métallique exigé par les administrations, il suffit d'un simple tampon vissé sur la partie fixée au col de la bouteille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est aussi facile d'éprouver la fermeture, il suffit de verser quelques gouttes d'eau sur la partie fixée au col, tandis que dans l'ancien système il était indispensable de plonger toute la bouteille sous l'eau.

Il existe encore un modèle de robinet à trois orifices. Il peut avoir une certaine utilité dans les industries où une seule bouteille doit desservir à la fois divers appareils.

Enfin, il faut mentionner le régulateur qui a pour but de laisser échapper le gaz, comprimé à haute pression, à une pression plus faible et constante.

Dans un des modèles, le gaz à 200 atmosphères peut se rendre du tuyau adducteur au lieu de consommation sans que la pression dépasse un quart d'atmosphère. Dans l'autre, une vis de pression règle la tension qui, par un simple tour, peut varier de un tiers à dix atmosphères; un manomètre joint à l'appareil indique constament la pression.

La première de ces dispositions est adaptée à un appareil d'éclairage, la seconde à un appareil à fabriquer des liquides gazeux.

Chaque bouteille doit être soumise à une épreuve officielle et la bouteille doit être poinçonnée avec la date de l'épreuve. Ces récipients peuvent toujours emmagasiner des gaz sous une pression de 200 atmosphères, et peuvent être sans inconvénient transportées par voie ferrée.

Pour les gaz qui corrodent le fer les réservoirs d'un prix bien moindre en fer soudé sont préférables. D'ailleurs le chlore, l'ammoniaque, le bichlorure de carbone se liquéfient sous une pression très faible et les bouteilles de fer à parois de 8 millimètres sont entièrement suffisantes.

Mais pour l'acide carbonique liquide, l'air comprimé, le protoxyde d'azote, l'hydrogène et l'oxygène, il y a lieu de donner la préférence aux réservoirs plus solides et plus légers en acier étiré.

(*Verhandlungen des Vereins zur Befœderung des gewerbfleisses.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Fabrication de la poudre de bronze, par M. Dunlap. — La majeure partie de la poudre de bronze expédiée d'Allemagne aux États-Unis est fabriquée en Bavière, à Fürth et à Nuremberg ou dans les environs. Les nombreuses usines exploitant ce genre d'industrie sont en général situées sur de petits cours d'eau dont l'eau fournit, pour actionner les marteaux et les pilons, une force motrice très économique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les importations de bronze en poudre et en feuilles aux États-Unis en provenance de Fürth et de Nuremberg du 30 septembre 1891 au 30 septembre 1892 ont été respectivement de :

	$ 399 177 94	(1 995 889 fr. 70) pour Fürth.
	$ 303 849 64	(1 519 248 fr. 20) pour Nuremberg.
TOTAL. .	$ 703 027 58	(3 515 137 fr. 90).

Ce total comprend environ $ 50 000 (250 000 fr.) de métal en feuilles, dont l'exportation qui était autrefois beaucoup plus importante a été presque complètement supprimée en raison de la surélévation des droits.

La poudre de bronze est composée de cuivre, d'étain, de zinc et d'antimoine fondus en proportions déterminées et coulés en barre de $0^m,0127$ de diamètre sur $0^m,90$ de longueur. Ces barres sont laminées jusqu'à ce qu'elles atteignent $0^m,05$ de largeur, puis coupées par longueurs convenables pour la manipulation. Ces sections sont alors elles-mêmes fortement amincies au marteau puis trempées et lavées dans un bain d'acide sulfurique afin de les débarrasser de l'oxyde, de la crasse et de toutes impuretés en général. Les feuilles complètement sèches sont de nouveau martelées et réduites à l'extrême limite que l'on peut atteindre avec les marteaux mécaniques.

Jusqu'à ce point le métal destiné à être mis en poudre et celui qui doit être laissé en feuilles sont traités de la même façon ; mais c'est alors que le procédé change.

Le métal qui doit être laissé en feuilles est achevé par un battage à la main, tandis que les feuilles qui sont destinées à fournir la poudre de bronze sont découpées en petites parcelles connues sous le nom de « clippings » ou copeaux, puis broyées par des pilons qui fonctionnent par batteries, ce qui permet à un seul homme d'en manœuvrer ou d'en alimenter 50 ou plus. Quand on a obtenu une poudre suffisamment fine, on la crible dans un appareil spécial qui envoie les qualités supérieures, c'est-à-dire les plus lourdes d'un côté et les qualités inférieures d'un autre : ces dernières sont mélangées avec de la poudre de mica, ce qui permet de les vendre à plus bas prix.

La production des clippings entre pour une grosse part dans le prix de revient de la poudre de bronze en raison de la main-d'œuvre considérable qu'elle exige. Depuis quelque temps certains industriels ont commencé à fabriquer la poudre de bronze aux États-Unis en achetant leurs matières brutes en Bavière. Les fabricants allemands craignant que ce genre d'industrie ne vienne un jour à être exploité avec succès aux États-Unis et que par ce fait même leur commerce n'y soit complètement ruiné, se sont syndiqués pour que l'exportation des clippings ne puisse avoir lieu que par l'intermédiaire d'une commission spéciale

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et au prix de 1,25 mark (1 fr. 50 environ), taux qu'ils espèrent devoir arrêter les demandes.

La poudre de bronze est vendue à des prix variant entre 1 fr. 20 la livre (0k,455) pour les basses qualités et 3 fr. 75 pour les qualités supérieures; prix auxquels il faut ajouter 0 fr. 60 de droit par livre indifféremment pour toutes qualités.

La majeure partie de la poudre embarquée à Fürth est facturée à moins de 2 fr. 50 la livre et la moyenne n'excède pas 2 francs.

On peut voir par ce qui précède que le développement de l'industrie de la poudre de bronze aux États-Unis sera enrayée tant que les fabricants de « clippings » pourront maintenir leurs prix et leur contrôle sur les matières brutes sur lesquelles il n'y a pas de droits.

(*Reports from the Consuls of the United States.*)

Prix offert pour l'année 1894 par la Société Néerlandaise pour le progrès de l'Industrie. — La Société désire recevoir une étude sur les moyens propres à obtenir de la force motrice au moyen de moulins à vent, à l'emmagasiner dans des accumulateurs électriques, à la transmettre ou à la rendre transportable par d'autres moyens.

Elle demande, en particulier, une réponse aux questions suivantes :

1° Quelle est, en moyenne, l'énergie qu'un moulin à vent peut fournir par jour de 24 heures à un accumulateur électrique; qu'elle est l'installation nécessaire à cet effet et quel est le prix, en ce cas, d'un cheval-heure?

2° Est-il possible, au point de vue économique, d'appliquer les nouveaux moteurs sur une vaste échelle pour accumuler et pour utiliser l'énergie du vent dans l'industrie?

En ce cas, quels sont les moyens mécaniques les plus appropriés à cet effet?

On demande, comme exemple, le devis d'une installation à fournir de la lumière et de la force motrice à une usine.

Les plans doivent être dessinés sur du papier blanc (pas de dessins bleus) et à l'échelle d'un quart.

La Société offre comme prix sa Médaille d'or et une somme de 700 francs.

Les réponses, accompagnées d'un billet cacheté, contenant le nom de l'auteur, doivent être adressées, franc de port, avant le 1er juillet 1894, au Secrétaire général de la Société, M. F. W. Van Eeden, à Haarlem (Hollande).

Concours pour la création d'un bon type de masque-respirateur contre les poussières. — L'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, 3, rue Lutèce, à Paris, ouvre un concours public pour la création d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bon type de *masque respirateur contre les poussières*, comme elle l'a fait déjà, avec succès, pour la création d'un bon type de lunettes d'atelier.

Ce masque-respirateur devra remplir les conditions suivantes :

1° Protéger efficacement la bouche et le nez de l'ouvrier contre l'absorption des poussières;

2° Ne pas être fragile, tout en étant léger, d'un port aisé et commode;

3° Être d'un prix peu élevé, d'un nettoyage et d'un entretien faciles;

4° Ne pas gêner la respiration et ne pas échauffer le visage.

Les concurrents devront adresser, en double exemplaire, au Président de l'Association, 3, rue de Lutèce, à Paris, le type de masque-respirateur qu'ils auront créé.

Cet envoi devra être fait avant le 30 novembre 1894.

Une commission spéciale sera chargée de l'examen des types proposés et de leur classement; elle fera son rapport au Conseil de Direction de l'Association, qui pourra décerner **un prix de 600 francs** au candidat classé au premier rang ou diviser cette somme suivant le mérite des appareils présentés.

Il pourra être, en outre, décerné des mentions honorables.

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 23 *février* 1894.

Présidence de M. MASCART, *vice-président.*

Mme Bourdin, veuve de M. Bourdin, ancien élève de l'École polytechnique et auteur de nombreuses inventions, demande un secours à la Société. (Arts mécaniques.)

M. Albert Prenel, horloger, rue Myrrha, 45. — Compteur kilométrique. (Arts mécaniques.)

M. Yzeux (Ambroise), au Mans. — Inventions diverses. (Arts mécaniques.)

M. le lieutenant-colonel *Baudouin*, rue du Débarcadère, 14. — Rôle de l'électricité dans les phénomènes atmosphériques. (Arts économiques.)

M. Charles Marmy, rue Clopin, 6. — Moteur à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. Bervas, rue de la Brèche-aux-Loups, 4. — Moyen d'éviter les déraillements sur les chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. Neu, 5, place du Temple, à Lille. — Perforatrice électrique à percussion, système Thomson-Houston. (Bibliothèque.)

M. Charles Cambon, à Sumène (Gard). — Perfectionnement apporté à un système d'allumeur-extincteur. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Grimal, tourneur-mécanicien, rue des Bernardins, 9. — Mémoire descriptif de wagon pour routes. (Arts mécaniques.)

Alfred Solvay, notice biographique sur le fondateur et gérant de la société Solvay et Cie, M. Solvay, décédé le 23 janvier 1894, correspondant de la Société, et lauréat de la grande médaille des Arts chimiques en 1891.

M. Edmond Badois, ingénieur, membre de la Société, rue Blanche, 12, fait hommage des brochures suivantes : 1° *Le tout à l'égout*, par P. Duvillard, ingénieur civil ; 2° *Vœu sur l'utilisation agricole des eaux d'égout*. Rapport de M. Ed. Badois à la Société des agriculteurs de France ; 3° *Note sur l'alimentation de Paris et de la banlieue et sur l'assainissement de la Seine*, par Ed. Badois.

M. Léon Vidal adresse une étude relative à la création d'un musée photographique national d'archives documentaires. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. Lewal, rue Thiers, 64, au Havre. — Méthode pour la fabrication industrielle du diamant. (Arts chimiques.)

La Société nationale d'agriculture remercie de l'envoi des tables générales de la Société d'Encouragement qui lui ont été adressées.

M. Beus, rue Neuve-des-Charpennes, 25, à Villeurbanne (Rhône). — Dispositif facilitant la manipulation des appareils de photographie. (Constructions et Beaux-Arts.)

MM. Gatine et Avice, rue des Rosiers, 23, demandent à la Société d'accepter le dépôt d'un pli cacheté portant l'inscription : *Remède antiphylloxérique*. (Dépôt accepté.)

Sont signalés dans la correspondance imprimée les ouvrages suivants :

Réunion des Sociétés des Beaux-Arts des départements, du 4 au 8 avril 1893. 17e session. Ouvrage orné de 36 planches.

Bulletin de la Société d'économie politique. Année 1893.

Conservatoire national des arts et métiers. Conférences publiques sur la photographie, organisées en 1891-1892 par le directeur de l'établissement. (Offert par M. Laussedat, directeur du Conservatoire des arts et métiers.)

Bulletin de la Société d'encouragement pour le commerce français d'exportation. Année 1893. Nos 1 et 2.

Paris, port de cabotage, par Edmond Brochon, avec des lettres de l'amiral Réveillère et de M. Alphonse Humbert, br.

Utilisation des chutes de la Valserine au-dessus de Châtillon-de-Michaille pour production de force motrice. Rapport technique, br.

L'art décoratif moderne. Réponse à deux lettres de M. Georges Berger, président de l'Union centrale des arts décoratifs, par Arthur Maillet, br.

Bureau of statistics of Labor of the State of New-York. Ninth annual Report. 1891. Part. 1-2. — Tenth annual Report. 1892. Part. I-II.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Chamerot, imprimeur-typographe, à Paris, présenté par *MM. Sebert et Plon.*

M. Guillemin, ingénieur, à Paris, présentée par *M. Jordan.*

La Société française des munitions de chasse, de tir et de guerre (Anciens établissements Gevelot et Gaupillat), à Paris, présentée par *M. Aimé Girard.*

RAPPORTS DES COMITÉS. — *La ramie.* — *M. Édouard Simon* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur le *Traité de la ramie,* par *M. Félicien Michotte.*

A la suite d'une communication verbale sur le traitement de la ramie, dans la séance du 14 avril 1893, M. Michotte a offert à la Société les deux volumes de son *Traité scientifique et industriel de la ramie*, le premier édité en 1890, le second en 1893.

Sous réserves de critiques présentées, qui visent la forme plutôt que le fond, le *Traité de la ramie* de M. Félicien Michotte est des plus utiles à connaître, car c'est une sorte d'enquête au triple point de vue de la culture de la plante, des moyens de décortication de la tige et des procédés de dégommage de la fibre.

Le Comité des Arts mécaniques propose de remercier l'auteur de son intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Briques en porcelaine.* — *M. Mouret* présente à la Société une série de ces produits, qui ne sont pas nouveaux, puisque les Chinois étaient parvenus à les fabriquer et les ont employés il y a déjà des siècles, mais qui n'existaient pas jusqu'alors en dehors de la Chine.

Cette série de matériaux se compose de plaques de revêtement ordinaires, avec rainures ou barrettes dont la disposition toute spéciale de l'obliquité empêche qu'il puisse se produire jamais un descellement; de semblables plaques sont présentées avec dessins unis ou en relief, décorés de couleurs de feu de moufle, de briques, demi-briques et quart de briques creuses et à refouillements.

La dureté, l'imperméabilité et l'inaltérabilité absolues de la porcelaine assurent à ces matériaux de revêtement une durée et une propreté indéfinies.

La résistance de ces briques à l'écrasement est considérable : 120 kilos par centimètre carré de la surface des champs, par conséquent supérieure à celle de la plupart des briques en usage.

Le prix de revient de ces matériaux de porcelaine est par conséquent inférieur à celui de revêtements en matières ordinaires, dont le prix coûtant, quoique quelque peu moins élevé, s'augmente sans cesse de continuelles dépenses pour les réparations et les réfections qu'ils nécessitent; la perméabilité de toutes les matières employées jusqu'ici ne leur permettent pas de résister à la gelée ni même à l'humidité, tandis que la porcelaine et sa couverture feldspathique, différente de la couverture plombeuse de la faïence, ne pouvant être attaquées que par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'acide fluorhydrique, sont indestructibles, ce qui supprime toute dépense d'entretien.

Les plaques coûtent, prises à la manufacture :

Plaques, le mètre carré			12 à	15 fr.
Les briques creuses ou à refouillement de	22 × 12 × 06	la pièce. . . .	0	60
— — évidées	22 × 11 × 06	—	0	60
— 1/2 à refouillements	11 × 12 × 00	—	0	50
— 1/2 creuses de 22 × 06 × 06 est de	11 × 12 × 06	—	0	45
— 1/4 — —	11 × 12 × 06	—	0	30

D'autres produits, tels que balustres, etc., peuvent être faits en porcelaine, les procédés de fabrication employés permettant de les obtenir dans des conditions entièrement satisfaisantes d'exécution et de prix de vente. De même les couleurs sous couverte, dites de grand feu en tons unis ou flammés, composeront une décoration de haute valeur et tout à fait inaltérable.

La Compagnie de Paris-Orléans, sur l'initiative de M. Sabouret, ingénieur en chef, de M. Gigou, ingénieur, et de M. Sartou, architecte, a la première utilisé les plaques pour les revêtements à faire à Lamotte, aux Aubrais, etc. Pour Étampes, elle a reçu les éloges de la commission du conseil d'hygiène de Versailles et du département de Seine-et-Oise.

La salle du buffet de Châteauroux est revêtue de carreaux de porcelaine décorée.

M. de La Brosse, ingénieur, chargé des travaux du prolongement de la ligne de Sceaux, emploie les briques pour les voûtes au-dessus des quais, et les plaques en parements verticaux afin d'avoir un revêtement inaltérablement blanc, par suite plus favorable à l'éclairage de cette ligne souterraine.

M. Bonnet, l'éminent ingénieur de la nouvelle ligne de Paris à Mantes, chargé du prolongement de la ligne des Moulineaux, pense de même les utiliser.

Du reste, M. Moïse, ingénieur en chef de la Compagnie de l'Ouest, a été d'avis, en examinant ces matériaux de porcelaine, que leur emploi serait obligé dans la construction du Métropolitain.

M. Bourdelles, inspecteur général, directeur du service des phares, M. Ribière, ingénieur en chef, et M. Duperrier, ingénieur chargé de la construction du phare d'Eckmükl, pensent les substituer aux matériaux ordinaires dans la constitution de la chemise intérieure du phare, afin de « défier les injures du temps et les corrosions de l'air salin de l'Océan ».

Aux abattoirs de la Ville de Paris, M. Petsche, ingénieur des ponts et chaussées, doit s'en servir spécialement pour les chambres frigorifiques, la porcelaine et le matelas d'air des briques creuses assurant un isolement parfait.

Ces quelques exemples suffisent à montrer l'importance immédiate que prend l'application de la porcelaine aux matériaux de construction. Une grande diffi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

culté reste à vaincre, si même elle n'est pas insurmontable, c'est d'obtenir des plaques plus grandes que celles de 20 × 20, suffisamment planes et rectilignes à des prix industriels; en attendant d'avoir surmonté cet obstacle, j'ai pensé à le tourner pour les cas spéciaux nécessitant pour l'effet esthétique des plaques de grandes dimensions, en employant le verre, matière imperméable et inaltérable presque au même degré que la porcelaine lorsqu'il est bien fabriqué; seulement, au lieu de l'employer blanc, c'est-à-dire limpide comme cela a été fait jusqu'ici, il faut arriver à lui donner un aspect analogue à celui de la porcelaine, ce qui s'obtient couramment avec le cristal.

M. Biver et M. Henrivaux, l'un administrateur et l'autre directeur des glaceries de Saint-Gobain, veulent bien, sur mon projet et ma demande, s'en occuper; aussi un résultat satisfaisant ne se fera certainement pas attendre.

M. le Président remercie *M. Mouret* de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité des Arts chimiques.

Séance du 9 mars 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

M. Berger, président de l'Union Centrale des arts décoratifs, demande un secours pour *M. Girard*, sculpteur-ciseleur. (Constructions et Beaux-Arts.)

Le Directeur des comités de la Société nationale pour l'exécution du canal des deux mers annonce que l'Exposition publique des projets et du matériel des grands travaux qu'on organise à cet effet sera ouverte le 1er mai, rue Rossini, 22.

Le Président du patronage industriel des enfants de l'ébénisterie demande la coopération de la Société pour l'aider à récompenser ses apprentis et ses élèves de l'École de dessin. (Commission des fonds.)

M. Dutaur, commis des postes et télégraphes, à Lyon. — Machine fondée sur l'hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. Berthier, rue du Plat, 16, à Lyon. — Obturateur de plaques photographiques à vitesses variables. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. Alfred Pierron, mécanicien à San-Francisco de Limache (Chili). — Moteurs hydrauliques sans évacuation d'eau. (Arts mécaniques.)

M. Baudet, rue Paul-Bert, 7. — Voiture à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. Honoré, quai des Célestins, 2. — Voitures sahariennes, pour les services de l'armée, de l'Algérie et des colonies. (Arts mécaniques.)

MM. Fenwick frères et Cie, rue de Paradis, 17. — Machines à écrire : 1° la calligraphe, qui permet d'écrire en caractères typographiques; 2° machine à produire l'écriture *Braille*, employée par les aveugles. (Arts économiques.)

M. Cayrol, à Montpellier. — Moteur hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. Vimont, directeur du Journal *le Cidre*, rue Sauval, 18, demande d'an-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

noncer l'ouverture à l'automne prochain d'une exposition internationale de fruits, légumes, boissons, etc., à Saint-Pétersbourg.

M. Favre, 175, rue de Paris, à Charenton, demande l'aide de la Société pour l'exploitation d'un appareil dit chromatoscope. (Arts économiques.)

M. Eckhout, 4, West Nile street, à Glascow. — Mélange de gutta-percha, caoutchouc et autre substance, qu'il présente au concours ouvert par la Société. (Arts économiques.)

Les ouvrages suivants offerts à la Société sont signalés dans la correspondance imprimée.

Ministère des Travaux publics. — Album de statistique graphique de 1888 et 1889.

Autobiographie de J. Daniel Colladon. — Compte rendu par M. A. Mallet.

L'Année scientifique et industrielle, par Louis Figuier. — 37e année (1893).

Annales de l'observatoire météorologique du Mont-Blanc, publiées sous la direction de J. Vallot, fondateur et directeur de l'Observatoire. — Vol. 1.

Chambre de commerce française à Londres. — 1893.

Journal of the Iron and Steel Institute. — N° 2, 1893.

RAPPORT. — *Unification des jauges de métiers à tricot. — M. Imbs* fait un rapport sur l'unification de la jauge des métiers à tricot, proposée par *M. Cambon*, fabricant de bonneterie, à Sumène (Gard).

M. Cambon a adressé à la Société d'Encouragement une note relative aux efforts fait par lui, en vue de déterminer et de faire adopter une base commune de numération pour la définition des degrés de finesse relative des métiers à tricot. Après quelques tâtonnements et aidé par les conseils judicieux de M. Édouard Simon, M. Cambon propose la substitution d'une jauge par décimètre aux jauges usitées par triples pouces, anglais, français ou allemands, et la suppression de toute autre subdivision en gros ou fin.

M. le rapporteur juge l'idée rationnelle et digne d'être encouragée; il signale les difficultés que peut rencontrer son adoption, mais il déclare inopportun de compromettre le résultat utile et bien réalisable de l'unification de la jauge des métiers à tricot proposée par M. Charles Cambon, en cherchant à y joindre un renseignement accessoire qui demeure variable en principe et qui ne pourrait pas trouver actuellement de formule générale, si même il était constant.

Le Comité des Arts économiques propose au Conseil de remercier M. Charles Cambon de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Décoration du verre. — M. Appert*, membre du Conseil, fait, au nom de M. *Robert Engelmann*, imprimeur, une communication sur un procédé pour décorer le verre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tout le monde sait quelle aide l'impression lithographique a fournie à la décoration dans les arts céramiques. Cette décoration par transports d'impressions s'est généralisée dans les industries de la porcelaine et de la faïence, et les applications en sont variées à l'infini, depuis les services de table et porcelaines de toutes sortes jusqu'aux faïences décoratives pour revêtements, etc.

Néanmoins, les ressources de ces procédés de décoration n'ont guère été utilisées jusqu'ici dans l'art du vitrail. Rien de complet et de définitif comme résultat pratique n'avait encore été obtenu; et dans les rares tentatives qui en ont été faites, tout se borne à obtenir le trait, quelquefois accompagné d'un ton de grisaille, et doit toujours être complété par un travail à la main.

M. Engelmann est arrivé à fabriquer d'une façon pratique et industrielle des verres décorés par impression.

Dans ces impressions sur verre, obtenues couramment et sans aucune retouche à la main, on trouve non seulement le trait et les modelés en grisailles, mais des colorations d'émaux et les jaunes à l'argent.

Ce qui a permis d'arriver à ce résultat, c'est, outre une adaptation toute spéciale des procédés d'impression lithographique, une cuisson méthodique et progressive des verres réglée avec une précision mathématique dans le four qu'il a construit.

Ce four consiste essentiellement en deux plaques en fonte maintenues au milieu de leur longueur à la température de fusion des émaux par un chauffage au moyen de jets de gaz fourni dans les meilleures conditions calorifiques, entre lesquelles les panneaux de verre décoré voyagent d'une manière lente et continue sous l'effet d'un système de propulsion au moyen de deux cylindres rotatifs poussant les plaques sur lesquelles sont placés les verres.

Par leur passage à travers ce four, les panneaux de verre s'échauffent graduellement jusqu'à la température de fusion des émaux en passant de l'entrée vers le milieu du four, puis se refroidissent graduellement jusqu'à la sortie. Le gaz de la ville étant d'un prix très élevé, M. Engelmann a installé l'appareil Dowson de production de gaz par la décomposition de la vapeur d'eau, qui abaisse des deux tiers le prix de revient du combustible.

Il est facile de comprendre que l'on peut multiplier le nombre des chalumeaux de gaz proportionnellement à la longueur du four, et que l'on peut en régler la température d'une façon absolument précise et suivant les besoins de la fabrication.

Les impressions transportées sur le verre se composent forcément, outre les fondants et oxydes métalliques qui doivent se vitrifier à la cuisson, de matières grasses et résineuses qui, en se carbonisant, puis en se transformant en acide carbonique, peuvent faire craqueler ou bouillonner les parties vitrifiables. Il a donc fallu arriver à ce que le travail de réduction des matières charbonneuses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pût se faire doucement et progressivement par une élévation lente et continue de la température, de telle façon que, lorsque le verre arrive à la température de vitrification des émaux ou grisailles, toutes les matières charbonneuses fussent réduites préalablement en acide carbonique, et par conséquent aient disparu sans altérer la couche de couleur vitrifiable.

On conçoit aisément que, pour atteindre ce résultat, il était absolument nécessaire de pouvoir régler la température de telle sorte que toutes les parties du verre pussent passer progressivement à la même température, ce qui n'était pas possible avec les fours à moufle employés jusqu'ici pour la cuisson des vitraux peints.

Cette même régularité obtenue dans l'échauffement des verres l'est également pour le refroidissement, ce qui diminue considérablement les risques de casse, et permet de cuire avec assurance des verres de grandes dimensions.

Il est facile de se rendre compte des ressources que ces procédés peuvent offrir et des éléments nouveaux qu'ils apportent à la décoration du verre.

Ajoutons que M. Engelmann a su tirer parti des ressources que fournit la gravure à l'acide fluorhydrique aux peintres verriers, et qu'il obtient par ses mêmes procédés d'impression, se repérant avec les autres couleurs, des vernis protecteurs lui permettant de se servir de verres doublés pour certaines colorations d'une richesse toute spéciale.

M. Engelmann, après avoir fait de longs essais dans lesquels il a été aidé par M. Amand Durand, bien connu par ses travaux d'héliogravure, est entré depuis plusieurs années dans la période des productions industrielles et une partie de son établissement d'imprimerie lithographique est consacrée à cette fabrication qui va s'augmentant de jour en jour, tantôt fournissant des éléments décoratifs aux peintres verriers et metteurs en plomb, tantôt faisant des décorations d'un genre nouveau, dans une note artistique plus abordable que la peinture à la main.

La maison Engelmann a été fondée en 1814 par M. G. Engelmann, grand-père de M. R. Engelmann, le véritable introducteur de la lithographie en France.

En 1837, un prix de 2 000 francs a été attribué pour l'invention de la chromolithographie à M. G. Engelmann et à son fils. Depuis lors la maison s'est toujours tenue à la tête de l'industrie, sinon comme importance, du moins comme perfection dans la production, ce qui lui a valu une médaille d'or en 1889.

M. le Président remercie *MM. Appert et Engelmann* de leur intéressante communication qui est renvoyée au Comité des Constructions et Beaux-Arts.

Cultures améliorées. — *M. Schribaux*, directeur de la station d'essais de semences à l'Institut agronomique, fait une communication sur les variétés améliorées de grande culture créées à la Station d'essais de semences de l'Institut agronomique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces cinquante dernières années, l'agriculture a réalisé d'immenses progrès. Quand on embrasse ces progrès dans leur ensemble, on est tout surpris du peu d'attention accordée à la plante, c'est-à-dire au facteur essentiel de la production végétale.

Sauf la betterave à sucre et la pomme de terre industrielle, qui constituent de brillantes exceptions, nos plantes de grande culture sont restées à peu près stationnaires. Les bonnes variétés dont nous disposons aujourd'hui sont le produit du milieu où elles se sont développées, bien plus que celui de l'intervention raisonnée du cultivateur. M. Schribaux a pensé qu'il était du devoir de la Station d'essais de semences, dont il a la direction, de réagir contre cette indifférence inexplicable, en prêchant par l'exemple. Il a déterminé une méthode d'amélioration par sélection et l'a appliquée aux espèces suivantes : blé, orge de brasserie. seigle, luzerne et trèfle des prés. Voici les principaux résultats de ses essais.

Blé et orge de brasserie. — Dans les quinze dernières années, les rendements en blé ont considérablement augmenté, mais presque toujours au détriment de la qualité.

Aux variétés anciennes, très recherchées par la meunerie, mais peu productives, on substitue de plus en plus des variétés à grands rendements tirées presque toutes d'Angleterre, variétés très pauvres en gluten. Il faut les mélanger aux blés exotiques, d'Amérique, de Russie, etc., pour en obtenir une farine marchande. M. Schribaux présente à la Société deux variétés, le blé poulard d'Australie et le blé à épi carré (*Shirrif's square head*) qui tiennent la tête comme fertilité. Le poulard d'Australie n'est plus coté à la bourse des grains de Berlin ; à Paris, il vaut environ 2 francs de moins les 100 kilos. Le blé à épi carré n'est guère plus apprécié. M. Schribaux s'est demandé s'il ne serait pas possible d'améliorer la qualité du grain. La première expérience tentée dans cette direction repose sur l'observation suivante : quand on examine un blé tendre produit sous un climat tempéré, on y rencontre presque toujours deux catégories de grain : les uns sont opaques, à cassure farineuse ; les autres sont plus ou moins translucides, grisâtres, à cassure vitreuse. Ceux-ci se distinguent par leur densité et leur richesse en gluten. Dans un lot de poulard d'Australie récolté à la Station, les grains vitreux dosaient 2,20 p. 100, les grains farineux 1,80 p. 100 d'azote, soit une différence de 12 p. 100 en faveur des premiers. Semées dans les mêmes conditions, ces deux catégories de grains ont donné, contre toute attente, des récoltes de mêmes compositions. Avec l'orge de brasserie, les résultats ont été également négatifs. Des expériences ultérieures ont montré que dans un même épi souvent on trouve à la fois des grains vitreux et des grains farineux. Les premiers ont mûri prématurément, ils correspondent aux fleurs de l'inflorescence épanouies les dernières ; les différences d'aspect et de composition que présentent les grains d'un même épi constituent donc un caractère éphémère sans intérêt pour le sélectionneur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Schribaux estime que si l'on veut améliorer la qualité du blé par sélection, il faudra se résigner à déterminer la composition chimique d'un grand nombre de pieds cultivés dans les mêmes conditions et à suivre ceux qui paraîtront les plus riches en gluten.

Seigle. —M. Schribaux a été plus heureux avec le seigle. On sait que dans un épi de seigle, on rencontre toujours un certain nombre de fleurs stériles. Les agriculteurs disent que le blé a *coulé*. En 1892, M. Schribaux a découvert 5 touffes de seigle dont tous les épis étaient complètement remplis. Le produit de ces épis a été semé à l'automne de 1892 en comparaison avec celui d'épis plus ou moins coulés. Voici quelques chiffres relevés à la récolte de 1893 :

	Seigle sélectionné.			Seigle ordinaire.	
	Fleurs fertiles p. 100	Poids moyen d'un épi. grammes.		Fleurs fertiles p. 100.	Poids moyen d'un épi. grammes.
Pied n° 1. . .	71,50	1 633	Pied n° 1. . .	67,3	1 478
— 2. . .	71,25	1 454	— 2. . .	55,3	1 255
— 3. . .	71,50	1 495	— 3. . .	58 0	0 994
— 4. . .	78,40	1 830	— 4. . .	66,3	1 405
— 5. . .	76	1 681			

Le seigle sélectionné l'emporte nettement sur le seigle ordinaire; les pieds 4 et 5 sont surtout très remarquables; ils seront seuls conservés; on les mettra en concurrence pendant deux ou trois ans; celui qui l'emportera deviendra souche d'une variété améliorée, que la Station multipliera et distribuera aux agriculteurs.

Trèfle des prés et luzerne commune. — Le commerce des semences de ces deux légumineuses, les plus importantes de nos plantes fourragères, est devenu cosmopolite; on introduit en France surtout des semences de l'Amérique du Nord. Or, il résulte d'expériences poursuivies par la Station que ces légumineuses étrangères sont de valeur très médiocre : elles produisent peu, résistent mal aux hivers rigoureux, hébergent une grosse cuscute très redoutable; enfin, elles sont couvertes de champignons.

M. Schribaux a pensé que le meilleur moyen de leur faire la guerre, était de créer une ou plusieurs variétés améliorées se différenciant réellement par leurs semences de celles que livre le commerce. M. Schribaux présente à la Société une collection de variétés de trèfle satisfaisant à ces désiderata. A côté de semences d'un beau jaune uniforme, on en trouve d'un violet presque noir dans lesquelles marchands-grainiers et agriculteurs reconnaîtraient difficilement le trèfle violet ordinaire. M. Schribaux a constaté que ces nuances se perpétuent presque sans altération pendant plusieurs générations.

En terminant, M. Schribaux insiste sur l'intérêt que présenterait la création d'un grand établissement s'occupant de l'amélioration des plantes cultivées. Dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un délai assez court, il doterait la culture de variétés produisant au moins 10 à 20 p. 100 de plus que celles que nous employons aujourd'hui, ce qui représenterait pour l'agriculture française une augmentation annuelle de production de 700 à 1 400 millions.

M. le président remercie *M. Schribaux* de son intéressante communication et le prie d'en faire l'objet d'une note pour le *Bulletin*.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGE REÇU

J.-P. DURVELLE. — Fabrication des essences et des parfums. Paris, Fristch, éditeur, rue du Dragon, 30.

Le traité de la fabrication des essences par M. Durvelle mérite mieux qu'une simple indication bibliographique.

L'auteur, qui nous paraît posséder des connaissances théoriques et pratiques étendues, a résumé dans son ouvrage, d'une façon claire et sobre, l'industrie si intéressante des essences et des parfums. Tout ce qui a trait notamment à la préparation des matières premières, aux appareils de broyage, ainsi qu'aux divers moyens de procéder à la distillation, soit à feu nu, soit à la vapeur, soit dans le vide, y est très soigneusement exposé. Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'extraction des essences par expression, aux procédés si délicats de l'enfleurage, à l'emploi des dissolvants, imaginés pour la première fois par Millon, enfin à la rectification et à la conservation des essences. Chaque plante odorante donne lieu finalement à des articles distincts dans lesquels trouvent place : 1° les indications spéciales à la fabrication de chaque essence ; 2° la description des propriétés physiques et chimiques des produits; 3° les moyens les plus propres à déceler chaque falsification.

L'ouvrage se termine par un exposé sommaire de la falsification et de la composition des parfums, dits artificiels, si employés aujourd'hui.

En résumé, nous pensons que l'ouvrage de M. Durvelle sera certainement consulté avec profit par tous ceux, fabricants ou parfumeurs, que l'industrie des essences peut intéresser.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. AVRIL 1894.

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

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. SAUVAGE, *au nom de la Commission des filetages, sur le* RÉSULTAT DES PROPOSITIONS DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT (1).

La Société d'Encouragement a largement distribué, en juillet 1893, un mémoire relatif à l'unification des filetages et des jauges; à la suite de cette distribution, de nombreuses réponses ont été adressées à M. le Président de la Société. Presque toutes ces réponses approuvent le principe de l'unification, les unes sans observations, d'autres avec diverses objections aux détails du système proposé. Plusieurs ingénieurs nous ont envoyé des études approfondies sur la question et nous ont fourni des indications fort importantes. Quelques administrations nous ont déclaré qu'elles étaient prêtes à mettre en œuvre les systèmes proposés, dès que la discussion en aurait fixé tous les détails. La presse technique nous a secondés dans notre œuvre, en publiant et en recommandant nos propositions.

Notre enquête a montré que nous ne nous étions pas exagéré l'importance de l'unification des filetages et des jauges : nos projets ont été bien accueillis et discutés avec un empressement qui en prouve l'opportunité.

Nous avons étudié attentivement les observations que nous avons reçues, avec le ferme désir de tenir compte autant que possible de toutes celles qui nous paraîtraient s'accorder avec l'opinion de la plupart des ingénieurs et des constructeurs, ou correspondre à des besoins démontrés de la pratique. Dans ce travail, nous avons eu le regret d'écarter certains projets sédui-

(1) La Commission des filetages est composée de : M. le colonel Pierre, président, MM. Bienaymé, G. Richard, Sauvage, membres du Comité des Arts mécaniques, et de M. le général Sebert, membre du Comité des Arts économiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sants, mais qui ne correspondent pas aux principes adoptés, ou aux vœux exprimés par la majorité des intéressés.

Nous nous occuperons d'abord des filetages; le projet relatif aux jauges n'a, d'ailleurs, pour ainsi dire pas soulevé d'objections.

Pour faciliter l'examen des documents qui nous ont été adressés, nous traiterons successivement les divers détails qui constituent le système de filetage, en les isolant autant que possible les uns des autres : cette division permet une discussion précise et circonscrite. Nous indiquons, en faisant cet examen, les principales observations que nous avons reçues et les modifications que nous avons cru devoir apporter à notre projet primitif, pour en tenir compte.

1. **Forme; troncatures du filet.** — Les troncatures rectilignes que nous proposons, à l'imitation de la Marine française et de Sellers, ont été généralement approuvées : toutefois quelques objections sont faites par le Creuzot et par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée : il serait difficile de conserver le profil anguleux en fabrication courante, et les angles vifs rentrants pourraient faciliter la rupture des boulons d'acier. Ces objections sont fort judicieuses, mais elles n'infirment pas la forme proposée, qui n'est qu'un *profil géométrique limite* séparant le boulon et l'écrou, sans être nécessairement le profil même des deux pièces. Aucun argument n'a été donné en faveur des formes circulaires *emboîtées* l'une dans l'autre du *profil Whitworth*, profil qui équivaut à une troncature rectiligne exagérée, à considérer la portée des deux vis l'une sur l'autre (p. 48 du *Mémoire*).

Comme nous l'indiquions (p. 49), les profils réels des pièces peuvent être arrondis *en dehors* de la limite géométrique : dans le fond des filets, si l'on raccorde par un arc de cercle les deux parties rectilignes du profil, cet arc de cercle enlève le tiers de la hauteur AD, du petit triangle ABC (fig. 1) s'il est équilatéral; c'est environ 0,036 p avec la troncature au huitième (1).

(1) La réduction du diamètre du boulon, qui en résulte, est peu importante : en désignant par D, D′ et D″ les diamètres à l'extérieur du profil théorique, à l'intérieur du profil et à l'intérieur de l'arrondi, les surfaces des cercles correspondants, c'est-à-dire les sections du boulon au corps et au fond du filet, seront proportionnelles aux carrés des diamètres. Nous donnons les chiffres pour quelques diamètres :

D mm.	D′ mm.	D″ mm.	PROPORTION DE D^2	D'^2	D''^2
6	4,70	4,63	1	0,615	0,597
10	8,05	7,94	1	0,65	0,63
18	14,75	14,57	1	0,67	0,655
24	20,10	19,89	1	0,70	0,69
48	41,50	41,14	1	0,75	0,735

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le fond du filet peut être arrondi de même sur l'écrou. Quant au rayon des petits arrondis qui peuvent exister sur les angles saillants des profils du boulon et de l'écrou (en E, F, B et C), toute indication paraît absolument superflue.

En résumé, nous pensons que les objections faites aux angles vifs du profil à troncatures rectilignes tombent si l'on remarque que ce profil n'est qu'une limite géométrique, qui permet tous les arrondis qu'on peut désirer dans chaque cas particulier. Ajoutons que l'Union des ingénieurs allemands patronne également, sans hésitation, les troncatures rectilignes, adoptées aux États-Unis et par la Marine française, et qu'aucun inconvénient pratique de cette forme n'a jamais été indiqué par les ingénieurs qui l'emploient.

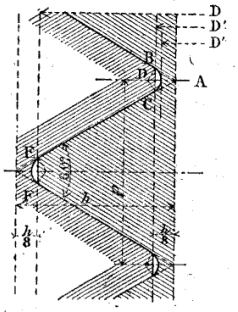


Fig. 1.

2. **Hauteur de la partie tronquée du filet.** — Nous avons choisi, avec Sellers et avec beaucoup d'autres, pour hauteur de chaque troncature, le huitième de la hauteur du triangle tronqué. Cette proportion est généralement admise; quelques ingénieurs la voudraient un peu moindre, notamment la Compagnie de Fives-Lille et M. Bastien, constructeur à Bordeaux, qui préféreraient la fixer au dixième de la hauteur; mais nous ne pensons pas devoir modifier notre proposition.

3. **Triangle initial formant le filet.** — De toutes les formes du triangle d'où dérive le filet, on ne préconise guère que le triangle équilatéral et le triangle isocèle dont la hauteur égale la base (ou le pas de la vis). Nous avons recommandé la première forme, adoptée par Sellers et la Marine française; beaucoup d'ingénieurs approuvent notre proposition, notamment M. Kreutzberger, M. Bariquand, qui jugent la forme du filet Sellers la plus pratique de toutes, la Société Alsacienne de constructions mécaniques, M. Steinlen; MM. Gérard, qui dirigent d'importants ateliers de boulonnerie, trouvent que le taraudage de cette forme est très facile, et n'exige pas l'emploi de l'huile. Toutefois le triangle isocèle dont la hauteur et la base sont égales a des partisans : la Compagnie du chemin de fer du Nord le préfère, parce qu'il se rapproche des formes qu'elle emploie actuellement; M. Bastien, parce qu'il donne un filet un peu plus saillant pour les petits diamètres. L'Union des ingénieurs allemands a adopté cette forme, avec troncatures rectilignes au huitième (*Bulletin de la Société*, 1893, p. 704), comme se rapprochant de la majorité des formes usitées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A ces raisons en faveur du triangle à hauteur égale au pas, la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée (direction du Havre) ajoute que les vis ayant ce profil résistent mieux aux trépidations, sans se desserrer, que les vis à filet équilatéral. C'est pour le même motif que l'Artillerie française préfère ce triangle.

Ce serait un avantage important de cette forme; toutefois il ne paraît pas absolument démontré que la légère différence des deux profils puisse avoir une si grande importance sur la résistance au desserrage. On n'a jamais signalé ce défaut pour les filetages Sellers et de la Marine, dont le filet dérive du triangle équilatéral. Nous ajouterons que le choix des ingénieurs allemands n'a eu lieu qu'avec une faible majorité, et que les regrets de la minorité importante, qui patronnait le triangle équilatéral, paraissent assez vifs. Comme le triangle équilatéral entaille un peu moins le profil du boulon, surtout s'il est prolongé par un arc de cercle, nous pensons devoir maintenir notre proposition. Enfin si l'on adopte pour le filetage des tubes le même profil que pour les vis mécaniques, ce qui semble désirable, l'avantage d'entailler un peu moins profondément le métal prend une grande importance.

L'adoption du profil isocèle n'entraînerait d'ailleurs aucune autre modification de notre système.

4. **Définition du diamètre des vis.** — Notre proposition de conserver la définition usuelle du diamètre des vis, c'est-à-dire de le compter à l'extérieur de la partie filetée d'un boulon rigoureusement exécuté, n'a guère soulevé d'objections : cependant le Creuzot, M. Stapfer de Duclos, constructeur à Marseille et M. E. Roy, préfèrent la règle de la Marine française, qui compte le diamètre nominal sur le corps du boulon. Seulement on propose de modifier cette règle et de fixer la différence du diamètre nominal et du diamètre de la partie filetée autrement que la Marine. Ces modifications proposées à une règle admise en principe nous paraissent prouver qu'il est difficile de s'écarter de la manière usuelle de compter. En outre, pour des pièces autres que les boulons, telles que les goujons filetés sur toute leur longueur, on n'a plus de parties lisses à considérer, et leur désignation par un diamètre qui ne peut subsister en aucun point serait peu satisfaisante.

Ce que nous voulons préciser, ce sont les *filetages* en général et non pas seulement les *boulons*, qui n'en sont qu'une application spéciale, si importante qu'elle soit.

Aussi croyons-nous devoir maintenir notre proposition.

5. **Choix des pas.** — Nous avons proposé de fixer les pas de demi en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

demi-millimètre à partir de 1. L'Union des ingénieurs allemands a choisi des pas variant de cinquième en cinquième de millimètre. Des observations fort détaillées sur nos projets ont été publiées dans le journal de cette Union et nous ont été adressées par M. Delisle. M. Delisle nous fait remarquer que le système des ingénieurs allemands se rapproche beaucoup d'un des projets que nous avons étudiés, avec pas de cinquième en cinquième de millimètre. M. R. Landolt, dans un rapport que nous avons reçu de l'Union suisse des ingénieurs mécaniciens, présente des observations dans le même sens.

D'après les partisans des pas très rapprochés, la simplicité donnée par l'usage d'un petit nombre de pas serait plus apparente que réelle, parce que, dans tous les cas, les tarauds et les filières d'une seule pièce ne peuvent servir que pour un seul diamètre. Il n'y a que le peigne et la filière à mâchoires mobiles qui exécutent au même pas des diamètres différents.

Nous avons le regret de ne pouvoir nous rapprocher du système proposé par les ingénieurs allemands, avec pas variant par cinquièmes de millimètre. En effet, nulle part en France notre deuxième système étudié, établi avec cette variation des pas, n'a rencontré d'adhérents : nous l'avions publié dans nos propositions afin de savoir si les praticiens y verraient quelque avantage; l'adhésion générale aux pas moins nombreux nous paraît décisive : c'est en vain que nous viendrions proposer aujourd'hui un système analogue à notre deuxième étude.

Ajoutons que la simplicité, même « apparente », n'est pas à dédaigner pour un système destiné à une grande extension : il importe qu'on puisse en apprendre et en retenir facilement les dimensions.

Dans l'entretien des machines, on peut rafraîchir les filetages usés en modifiant légèrement le diamètre, pourvu qu'on conserve le même pas : la variation des pas avec chaque diamètre supprime cette commodité.

Nous ne voyons d'ailleurs aucun argument solide donné en faveur des pas rapprochés de cinquième en cinquième de millimètre, si ce n'est l'écart trop considérable entre les pas de 1, 1,5 et 2 millimètres. Le Creuzot voudrait voir compléter le système que nous proposons par l'adjonction de pas supplémentaires de $1^{mm},25$ et $1^{mm},75$.

La principale critique que fait M. R. Landolt de notre système est, de même, le pas trop fin pour les diamètres de 8 et de 14 millimètres. La Société des Batignolles nous demande aussi l'addition du pas de $1^{mm},25$.

D'autre part, beaucoup d'ingénieurs estiment que la gradation des pas de demi en demi-millimètre est suffisante, même pour les petits diamètres. On

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pourrait intercaler, dans notre système, le pas de $1^{mm},25$ (qui s'appliquerait au diamètre de 8 millimètres); toutefois nous ne croyons pas nécessaire cette intercalation.

Quant à l'addition du pas de $1^{mm},75$, elle paraît véritablement superflue, surtout parce que nous appliquons le pas de 2 millimètres dès le diamètre de 14.

En outre, la Marine propose de supprimer pour les grosses vis les pas de 4,5, 5,5, 6,5... millimètres, en conservant seulement les nombres entiers de millimètres. Nous pensons que cette suppression pourrait avoir quelques inconvénients, surtout en ce qui concerne les pas de 4,5 et de 5,5 millimètres; d'ailleurs elle n'introduirait pas une simplification bien importante en pratique.

Nous proposons donc de maintenir notre échelle des pas de demi en demi-millimètre.

6. **Choix des diamètres.** — Plusieurs de nos correspondants proposent de limiter les diamètres à certains nombres entiers de millimètres. C'est ainsi que le Creuzot indique la série 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60; la Marine, la même série jusqu'à 32, continuée par 34, 36, 38, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76, 80, 84, 88, 92, 96, 100, 108, 116, 124, 132, 140, 148; M. Chevalier propose 8, 10, 12, 15, 18, 20, 23, 25, 28, 30, etc.; M. Edmond Roy, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 18, 20, 25, 28, 30, 33, 35, 38, 40, 45, 50, 55, 60, 65; M. Kreutzberger insiste pour qu'on se limite aux diamètres pairs; MM. Bastien et Stapfer de Luclos approuveraient de même une limitation du nombre des diamètres.

La Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée propose de même d'éviter les nombres impairs et de substituer à la série que nous avons proposée les diamètres suivants : 6, 10, 14, 18, 24, 30, 38, 44, 50, 58, 60, 74, 82, 90, 98, 110, 122, 134, 146, 158, 170, 182, 194. La série de la Marine ne contient également que des diamètres pairs.

Nous tenons compte, ainsi qu'on le verra au paragraphe 7, de ces propositions; mais une limitation absolue, forcément arbitraire, du nombre des diamètres, ne paraît pas possible pour un système général de filetages. Nous sommes toutefois d'avis qu'il convient de se limiter autant que possible aux diamètres exprimés par un nombre pair de millimètres, et nous indiquons une nouvelle série de diamètres principaux, tous pairs. Cependant, nous devons prévoir l'emploi, ne fût-ce que lors du rafraîchissement des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vis usées, des autres nombres entiers de millimètres : cet emploi sera sans doute fort restreint.

7. **Relation entre les diamètres et les pas.** — Plusieurs ingénieurs craignent les pas trop fins, surtout pour les vis communes et les taraudages dans la fonte. M. Duthu, ingénieur des forges d'Unieux, nous demande même s'il ne conviendrait pas de créer des types différents pour le fer et l'acier d'une part, pour la fonte d'autre part. Cette différence de types serait fort gênante; avec des dimensions convenables du type unique, elle ne correspond à aucune utilité réelle en pratique. On a surtout critiqué, dans notre proposition, le pas trop faible pour les diamètres de 8 et 9 millimètres (pas de 1 millimètre) et pour ceux de 12, 13, 14 (pas de 1,5 millimètre) ainsi que nous le disions au paragraphe précédent. Aux observations que nous avons rapportées à ce sujet s'ajoutent celles de M. Bastien, de M. E. Roy; MM. Sautter et Harlé seraient partisans d'une légère augmentation du pas pour les diamètres inférieurs à 10 millimètres. A moins d'intercaler le pas anormal de 1,25, nous ne voyons guère d'autre moyen, pour tenir compte de ces observations, que d'adopter le pas de 2 millimètres pour le diamètre de 14 millimètres : c'est ce que nous proposons.

On a aussi reproché à notre proposition son extension au-dessus des limites usuelles de diamètres. C'est là un point de peu d'importance : cette extension du système n'entraîne aucun inconvénient pour les diamètres usuels, et on peut arrêter le tableau pratique où l'on veut. On vient de voir que les Forges et Chantiers de la Méditerranée étendraient la série jusqu'au diamètre de 200 millimètres, employé pour des boulons de fondation de machines.

La série des diamètres principaux que nous avons proposée, ou série des diamètres qui correspondent à un changement de pas, a soulevé quelques critiques. Plusieurs ingénieurs remarquent que certains diamètres principaux, tels que 31 et 37 millimètres, se présentent avec des valeurs inusitées. Quelques valeurs du diamètre, qui correspondent à un changement de pas, ont aussi paru peu commodes : par exemple, dans les locomotives, le diamètre de 30 millimètres est fréquemment employé pour des vis qui doivent être grossies lors des réparations : il serait préférable que ce grossissement pût se faire sans changement de pas.

En général, on a trouvé que nos pas étaient un peu trop fins, qu'il vaudrait mieux se rapprocher des rapports adoptés par Whitworth et Sellers, et que les nombres pairs de millimètres devaient être choisis de préférence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour tenir compte de toutes ces observations, nous avons légèrement modifié notre série, en partant de la formule

$$D = \frac{p\,(p+8)}{1,3} - 1,5$$

où l'on prend pour p les différentes valeurs adoptées. Le résultat doit être arrondi, par excès ou par défaut, de manière à donner le nombre *pair* le plus voisin : on obtient ainsi les valeurs qui suivent (1) :

$p =$ 1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5 mm.
D = 6	10	14	18	24	30	36	42	48	56 mm.
$p =$ 6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5 mm.
D = 64	72	80	88	96	106	116	126	136	148 mm.

Les diamètres intermédiaires ont le pas du diamètre principal immédiatement inférieur et doivent être, autant que possible, pairs.

Cette nouvelle série, qui ne s'écarte pas beaucoup de notre projet primitif, est mieux graduée ; elle ne donne pas de diamètres inusités et elle se rapproche de plusieurs propositions que nous avons reçues. Elle correspond notamment à celle qui a été établie par les ingénieurs de la Marine et que nous a adressée Monsieur le Ministre de la Marine, sauf en ce qui concerne les pas de 4,5, 5,5, etc., que nous avons maintenus. Si on veut la prolonger encore plus loin, ainsi que le demandent les Forges et Chantiers de la Méditerranée, on aura, pour les pas de 11, 11,5, 12 et 12,5 millimètres, les diamètres de 160, 172, 184 et 196 millimètres.

Ces modifications ne troublent pas l'économie générale du système, et nous espérons qu'elles seront approuvées sans difficulté par les ingénieurs qui ont bien voulu se rallier à notre première proposition.

La figure 2 représente graphiquement le système.

8. **Emploi des numéros.** — Nous avons proposé l'emploi de numéros pour désigner certains diamètres principaux et tâcher de les faire choisir de préférence. Cette numérotation a été critiquée, notamment par la Marine, par M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Hétier, par M. Robin, ingénieur à Bourges, comme introduisant un élément inutile dans le tableau des filetages.

Bien que l'utilité de ce numérotage soit discutable à certains points de

(1) On remarquera que la formule donne, pour le pas de 6,5 millimètres, exactement la valeur 71 millimètres, de sorte que l'on pourrait hésiter à choisir 70 ou 72. Cette ambiguïté cesse si l'on convient dans ce cas d'arrondir par excès le nombre calculé. On pourrait aussi diminuer un peu le coefficient constant 1,5 de la formule (1,49 au lieu de 1,5); mais l'hésitation n'est guère possible, car les pas principaux voisins sont 64 et 80.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vue, nous sommes d'avis néanmoins que son adoption peut contribuer à restreindre la pratique à l'emploi des seules vis principales, et à vulgariser par suite le système adopté, grâce à l'introduction dans le commerce d'assortiments de boulons préparés à l'avance, en vue de certaines applications usuelles.

Comme le numérotage peut, d'ailleurs, être laissé de côté si on le désire, nous ne voyons pas d'inconvénients à le prévoir ; n étant le numéro, qui commence à zéro pour la vis de 6 millimètres, on pose $p = \frac{n}{2} + 1$ et $D = \frac{n(n+20)}{5,2} + 5,45$, en arrondissant le résultat jusqu'au nombre pair le plus voisin.

On retrouve ainsi la série des diamètres que nous avons donnée. Le numéro 14 correspondant au diamètre de 96, on a, en tenant compte du zéro, 15 numéros de vis principales inférieures à 100 millimètres.

9. **Ouverture des clés.** — Nous avons proposé de fixer la largeur des écrous, qui détermine l'ouverture des clés de serrage, à un nombre entier de centimètres, avec les intercalaires de 15 et de 25 millimètres. La tête du boulon aurait même largeur. Nos correspondants ont en général approuvé cette limitation, notamment la Marine, qui nous indique même des règles assez simples pour déduire cette largeur du diamètre.

Cependant la Société des Batignolles n'attache pas d'importance à la réduction du nombre des clés et préférerait que la largeur des têtes variât avec le diamètre. Le Creuzot propose de même une série de largeurs différentes pour chacun des diamètres pairs de 6 à 32 millimètres, puis pour les diamètres de 36, 40, 45, 50, 55 et 60 millimètres.

M. Duthu nous demande de fixer pour la tête du boulon la largeur immédiatement inférieure à celle choisie pour l'écrou correspondant : on aurait alors une clé disponible pour maintenir la tête du boulon pendant le serrage.

M. Roy propose d'employer tous les multiples de 5, de 10 à 90, plus la largeur de 12 millimètres.

Les Forges et Chantiers de la Méditerranée indiquent la formule

$$l = 1,588\,D \times 1,4$$

en prenant le nombre pair le plus voisin du résultat. On aurait ainsi la série :

D =	6	8	10	14	18	24	30	36	42	48	56
l =	12	14	18	24	30	40	50	58	68	78	90

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

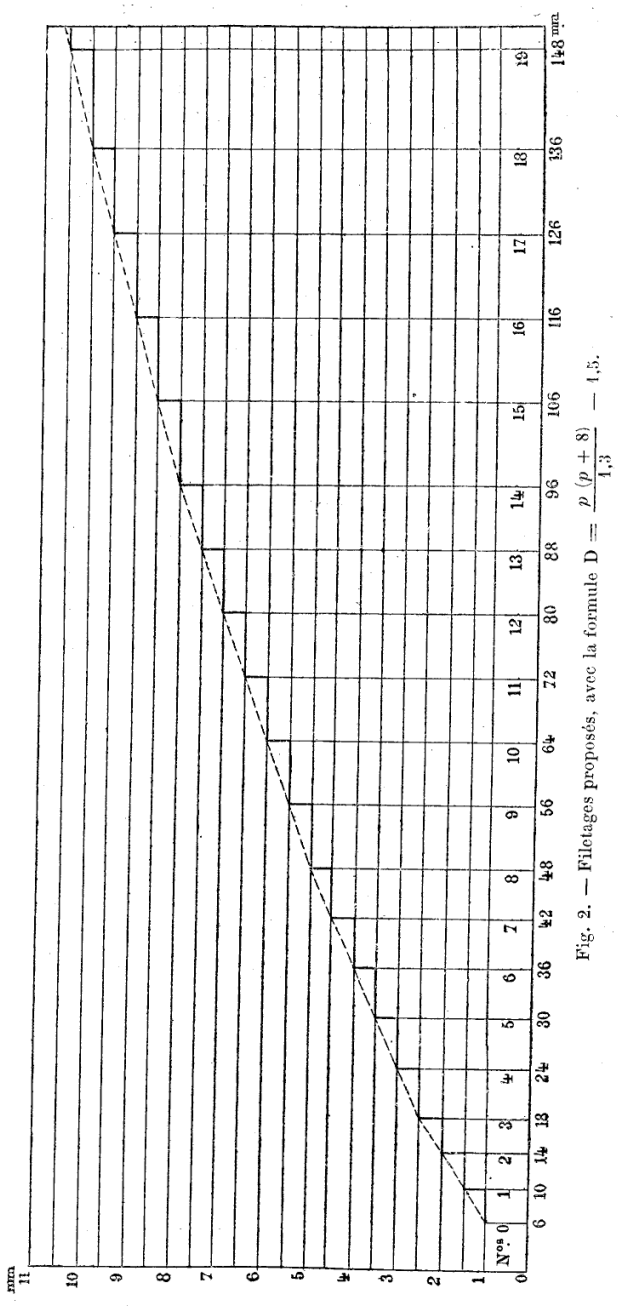


Fig. 2. — Filetages proposés, avec la formule $D = \frac{p\,(p+8)}{1,3} - 1,5$.

Malgré ces propositions, il nous semble qu'en fixant la largeur à un nombre entier de centimètres, et en ajoutant les intercalaires 15 et 25 millimètres, on obtiendra une série suffisante, et qu'il est inutile de préciser davantage, en choisissant pour chaque diamètre l'ouverture à employer. L'application des mêmes largeurs aux mêmes diamètres sera presque inévitable pour la plupart des diamètres ; l'existence accidentelle d'écrous plus larges ou plus étroits ne paraît guère offrir d'inconvénients sérieux.

Suivant la règle générale adoptée pour les autres cotes du système, il est bien entendu que la dimension indiquée doit être un maximum pour l'écrou et un minimum pour la clé.

Quant à la hauteur des écrous et des têtes de boulon, nous ne croyons pas qu'il soit opportun de chercher à la fixer d'une manière générale ; cette hauteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est souvent égale au diamètre des vis ou bien elle est plus petite. Suivant les applications, elle doit être, bien entendu, déterminée de manière que les filets ne risquent pas de s'arracher.

10. **Diamètre du corps du boulon.** — L'une des règles accessoires qu'il importe de préciser est relative au diamètre du corps des boulons; cette règle, comme les autres indications accessoires, s'applique principalement aux boulons du commerce.

D'une part, il convient que le diamètre du trou traversé par le boulon soit un peu plus grand que celui de la partie filetée; d'autre part, le corps du boulon doit pouvoir rester brut, et, par suite, l'épaisseur en est variable Cela revient à dire que les trous doivent être percés avec un diamètre supérieur à celui des parties filetées; ce diamètre doit d'ailleurs dépasser celui du corps du boulon, à moins qu'il ne doive être enfoncé à force.

Nous avions pensé qu'en majorant d'un demi-millimètre le diamètre de la partie filetée, on obtiendrait un jeu suffisant; mais cette majoration paraît un peu faible à plusieurs ingénieurs; on lui reproche surtout de conduire à une cote millimétrique fractionnaire pour le diamètre des trous. Pour répondre à ces objections, nous proposons de porter l'augmentation du diamètre à un millimètre pour tous les diamètres supérieurs à 14 millimètres, et à 2 millimètres pour tous les diamètres supérieurs à 48 millimètres, ainsi que le demande la Société de construction des Batignolles. Le trou, pour un boulon de 18 millimètres, aurait un diamètre d'au moins 19 millimètres, et le corps de ce boulon devrait s'inscrire à l'intérieur d'un cylindre de 19 millimètres.

11. **Détails divers.** — Les divers autres détails que nous avons signalés n'ont pas été l'objet de nombreuses observations.

Pour les têtes coniques, la Société de construction des Batignolles demande une inclinaison de 4 sur 5 sur l'axe du boulon au lieu de l'angle de 85° que nous proposions : cette règle, qui conduit à un angle au sommet du cône un peu différent (80° environ), est d'une application plus simple, mais pour les têtes très peu épaisses la Société des Batignolles juge ce cône trop aigu et propose un angle droit. L'inclinaison sur l'axe de 9 sur 10 (fig. 3), qui donne à peu près l'angle de 84°, nous paraît pouvoir être fixée dans tous les cas.

Pour les trous de goupilles, les dimensions d'ergot, on n'a pas fait d'objections à notre proposition d'en exprimer les dimensions par des multiples entiers du pas : M. Perbal, chef d'atelier de construction à Dombasle, nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a même demandé de préciser les cotes de certains ergots : mais il nous paraît difficile d'entrer dans de tels détails.

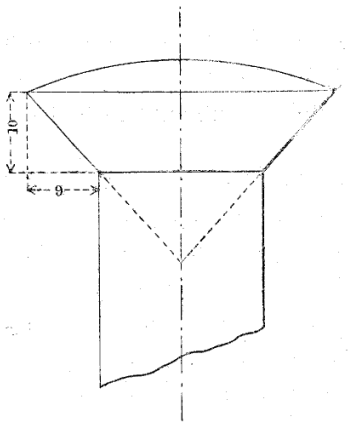


Fig. 3. — Têtes coniques.

Si la tête du boulon est raccordée au corps par un congé, le rayon de ce congé ne dépassera jamais la moitié du pas. Le bord des trous sera fraisé en conséquence.

Quant à la longueur du boulon, elle dépend de l'épaisseur de l'assemblage et varie tellement qu'il paraît impossible de la fixer d'une manière uniforme.

Nous avons reçu quelques observations relatives à la fixation des jeux à laisser entre le boulon et l'écrou. Dans un système général, le jeu ne peut être précisé, car il dépend de l'usage des vis et des procédés de fabrication : tout ce qu'il importe de fixer, c'est le profil limite que ne doit franchir aucune des deux pièces.

12. **Résumé du système proposé.** — La forme théorique du filet de toutes les vis mécaniques s'obtient en traçant un triangle équilatéral ABC (fig. 4) dont le côté est égal au pas, puis menant les parallèles EF et GH à la base à une distance $h : 8$ du sommet A et de la base BC, h étant la hauteur du triangle. Le diamètre de la vis est le diamètre du cylindre qui termine les filets suivants EF.

Les vis sont normalement enroulées à droite.

Les pas varient de demi en demi-millimètre, à partir de 1 millimètre.

Le diamètre D, en millimètres, se déduit du pas p par la relation

$$D = \frac{p\ (p + 8)}{1{,}3} - 1{,}5$$

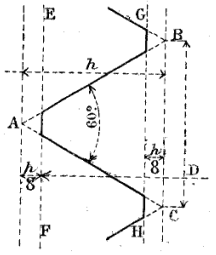


Fig. 4. — Filet proposé.

en arrondissant le résultat, par excès ou par défaut, de manière à obtenir le nombre pair le plus voisin.

Les diamètres intercalaires seront toujours exprimés par des nombres entiers de millimètres, et le pas sera celui du diamètre principal immédiatement inférieur.

Ces nombres seront de préférence pairs.

La surface théorique de la vis, qui vient d'être définie, est une limite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que ne doit jamais franchir ni la vis mâle ni la vis femelle. La vis pleine ou boulon doit toujours être en dedans de la surface théorique, et la vis creuse ou écrou toujours en dehors. Il est donc loisible d'arrondir le fond du filet sur le boulon, mais l'écrou ne présentera pas d'arrondi correspondant qui sortirait de la limite théorique. Suivant l'usage auquel sont destinées les vis, on cherchera à réduire plus ou moins le jeu qui restera entre la surface théorique et les deux vis, mais jamais ce jeu ne doit changer de sens. La stricte observation de cette condition essentielle permet seule de faire des filetages interchangeables.

Règles accessoires. — Le corps des boulons, des vis, des goujons, sera enfermé dans un cylindre de diamètre D + 0,5, pour le diamètre de 6 à 14 millimètres; D + 1, pour les diamètres supérieurs à 14 millimètres, jusqu'à 48 millimètres, et D + 2, pour les diamètres supérieurs à 48 millimètres.

La tête pourra être rattachée au corps par un congé, mais le rayon de ce congé ne dépassera pas la moitié du pas.

Les largeurs d'écrou (ou ouvertures des clefs de serrage) seront exprimées par un nombre entier de centimètres, par 15 et par 25 millimètres. Cette cote est un maximum qui ne devra pas être dépassé par l'écrou et un minimum pour la clef.

Les trous de goupille, les fentes pour tournevis, auront un diamètre ou une largeur (minimum) de deux fois le pas.

La saillie, la largeur et la hauteur des ergots seront des multiples entiers du pas.

L'inclinaison des têtes coniques sur l'axe du boulon sera de 9 sur 10, ce qui donne pour le cône un angle au sommet voisin de 84°.

13. **Filetage des tubes.** — Nous avons reçu peu de propositions relatives au filetage des tubes, pour lequel nous n'avons pas indiqué de solution.

Toutefois, la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée et M. J.-A. Lencauchez, ingénieur de la maison Mignon et Rouart, nous ont envoyé d'intéressantes études à ce sujet.

En ce qui concerne la forme du filet, nous proposerions d'adopter la même que pour les vis mécaniques, c'est-à-dire le triangle équilatéral avec troncatures au 8e de la hauteur. Les Américains ont adopté cette forme avec troncatures au 10e : on ne s'explique guère cette différence avec le type des vis mécaniques : elle est d'ailleurs insignifiante en pratique, vu la faible valeur des pas acceptés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Lencauchez et les Forges et Chantiers sont d'accord pour demander que les pas soient exprimés par des nombres entiers de demi-millimètres, au lieu de se rapprocher de la série adoptée en Amérique, ainsi que le propose Reulaux. M. Lencauchez fixerait les diamètres principaux par la formule $D = p\,(10\,p - 5)$; les autres diamètres auraient le pas du diamètre principal immédiatement inférieur. Pour la longueur des parties filetées et la conicité, on adopterait les règles américaines.

La Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée propose de fixer les pas en fonction du diamètre extérieur et de l'épaisseur du tube, le pas restant le même pour un même diamètre entre certaines limites d'épaisseur. On conviendrait que pour les tubes dont l'épaisseur est comprise entre le 10e et le 20e du rayon extérieur, le pas serait celui d'une vis mécanique dont le rayon serait ce vingtième du rayon du tube. Pour les épaisseurs comprises entre le 5e et le 10e du rayon, le pas serait celui d'une vis mécanique ayant pour rayon ce dixième.

Par exemple, pour les tubes de 120 millimètres de diamètre, dont l'épaisseur serait comprise entre 6 et 3 millimètres, ce pas serait celui de la vis de 6 millimètres de diamètre, c'est-à-dire de 1 millimètre; pour les tubes de même diamètre, épais de 12 à 6 millimètres, le pas serait celui de la vis de 12 millimètres, c'est-à-dire de $1^{mm},5$.

La commission croit devoir faire connaître ces propositions : l'unification des filetages sur tubes n'est pas aujourd'hui en question, mais suivrait utilement celle des vis mécaniques.

14. **Jauges de tréfilerie.** — Le projet relatif à l'unification des jauges a reçu une approbation presque unanime. Un seul de nos correspondants a proposé d'établir les numéros de jauge avec écarts entre les numéros proportionnels aux diamètres des fils, suivant la précision que l'outillage actuel peut donner à ces diamètres. Ce serait donc un système de jauge, dont la raison d'être cesserait avec les perfectionnements, essentiellement indéterminés, de l'outillage. Nous croyons préférable de nous en tenir à la graduation uniforme par dixièmes de millimètre, laissant à chacun la liberté d'exiger pour chaque diamètre une approximation réelle compatible avec l'état actuel de l'outillage.

Signé : SAUVAGE, *rapporteur.*

Approuvé en séance du Bureau, le 22 *mars* 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

LA MÉCANIQUE GÉNÉRALE A L'EXPOSITION DE CHICAGO (1)

PAR M. GUSTAVE RICHARD, MEMBRE DU CONSEIL.

LES CHAUDIÈRES

Les chaudières présentées à l'Exposition de Chicago ne se distinguaient par aucune nouveauté de principe. On y remarquait non pas la grande importance, mais plutôt la prédominance presque absolue des chaudières à tubes d'eau, *tubulées*, ou à petits éléments, qui ont pris également en France, depuis la multiplication des stations électriques, un grand développement. Aux États-Unis, ce type de chaudières tend de plus en plus à prédominer, là même où il ne s'impose par aucune condition d'emplacement; on les considère non seulement comme moins dangereuses que les chaudières à grand volume d'eau, mais, ce qui paraît contestable, comme aussi plus économiques de charbon et d'entretien.

Ainsi qu'on le verra par les descriptions suivantes, les chaudières tubulaires exposées à Chicago ne différaient des types analogues connus en France que par des détails de construction précieux à connaître, comme résultant d'une pratique très étendue (2).

Les chaudières *Babcock* et *Wilcox* sont très connues en France depuis l'Exposition de 1889, où elles ont obtenu un grand prix. Leur origine est fort ancienne (1867) et on les compte aujourd'hui par centaines de mille aux États-Unis, où elles occupent incontestablement le premier rang (3).

(1) Nous croyons devoir faire remarquer, dès l'origine, que nous n'avons pas l'intention de présenter ici une monographie complète de la mécanique générale à l'Exposition de Chicago, ce qui exigerait des volumes, mais seulement quelques notes sur les appareils *américains* qui nous ont paru les plus dignes d'intérêt.

(2) Voir aussi les chaudières américaines *Ayer* (Brevet américain 498 606, de 1893), *Caldwell* (American Machinist, 2 avril 1891), *Harrison* (*Id.*, 13 nov. 1883), *Hallett* (Brevet américain 493 612, de 1892), *Packard* (id. 489 495, de 1893), *Pollock* (id., 482 459, de 1892), *Pratt* (id. 495 682, de 1893), *Thaun* (id. 489 344, de 1893), *Zell.* (The Engineer, 4 août 1893, p. 118) et *Revue technique de l'Exposition de Chicago*, par MM. *Grille*, *Falconet* et *Lelarge* (Paris, Bernard, 1894).

(3) Pour plus de détails, consulter l'ouvrage « *la Vapeur* » de M. Babcock, publié par la Compagnie Babcock-Wilcox, et traduit par M. Dwelshauvers-Dery.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chaudières, bien que ne présentant aucune nouveauté de principe, sont des plus intéressantes par de nombreux détails de construction,

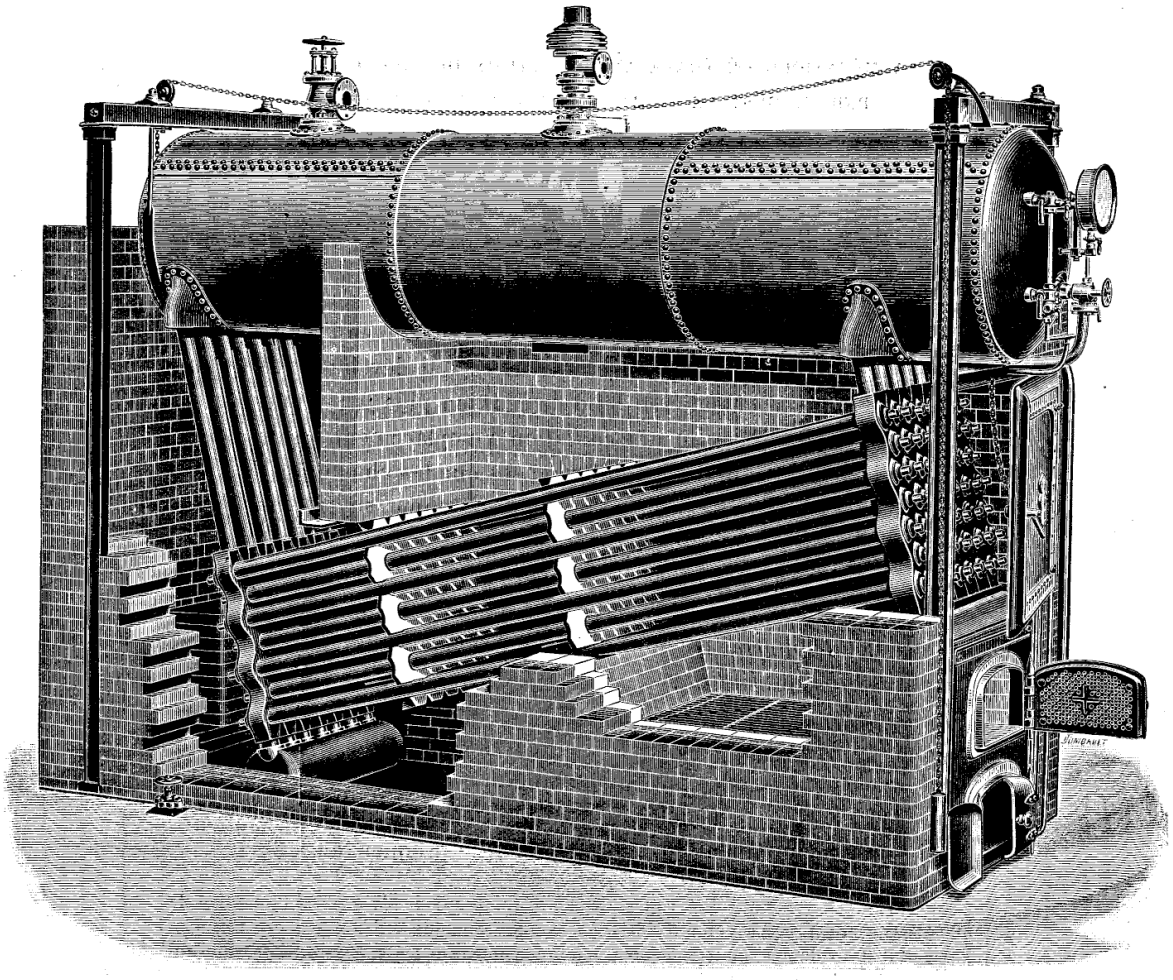


Fig. 1. — Chaudière *Babcock-Wilcox*, type de 1893.

éprouvés par une longue pratique, excessivement étendue. Ainsi qu'on le voit par les figures 1, 2 et 3, chacune des sections de ces chaudières est constituée par une série de tubes mandrinés dans de longues boîtes en acier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

forgé (1), ondulées de manière que les tubes s'y disposent en quinconce. Les

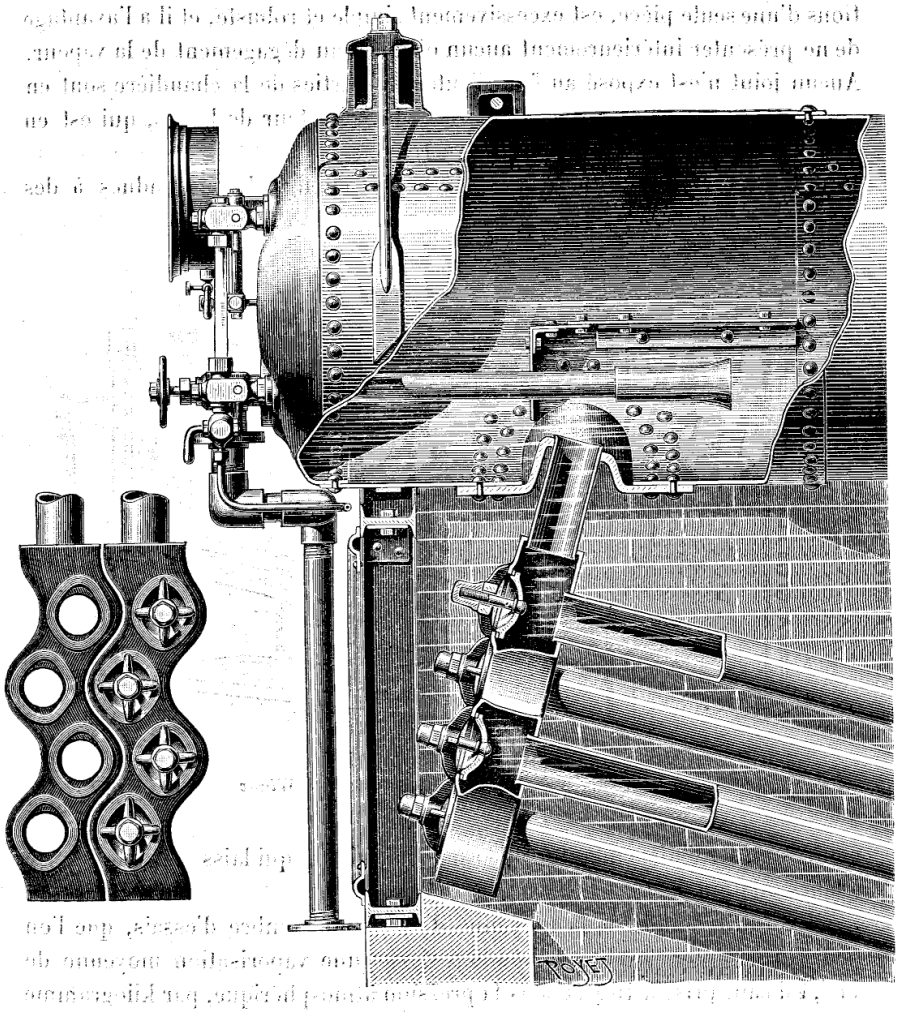


Fig. 2 et 3. — Chaudière *Babcock-Wilcox*. Détail d'une section et du réservoir de vapeur.

ouvertures de ces boîtes sont fermées par des autoclaves, avec boulons à

(1) Ces boîtes sont embouties par une presse spéciale, décrite au brevet anglais 16 544 de 1893.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ancre, formant joint par métal sur métal, éprouvés sous 20 atmosphères à la presse hydraulique. Ce mode de construction des boîtes tubulaires : en sections d'une seule pièce, est excessivement simple et robuste, et il a l'avantage de ne présenter intérieurement aucun obstacle au dégagement de la vapeur. Aucun joint n'est exposé au feu. Toutes les parties de la chaudière sont en fer ou en acier, à l'exception, toutefois, du collecteur de boues, qui est en fonte, moins sensible que le fer aux corrosions.

Les chaudières sont, comme on le voit en fig. 4, suspendues à des

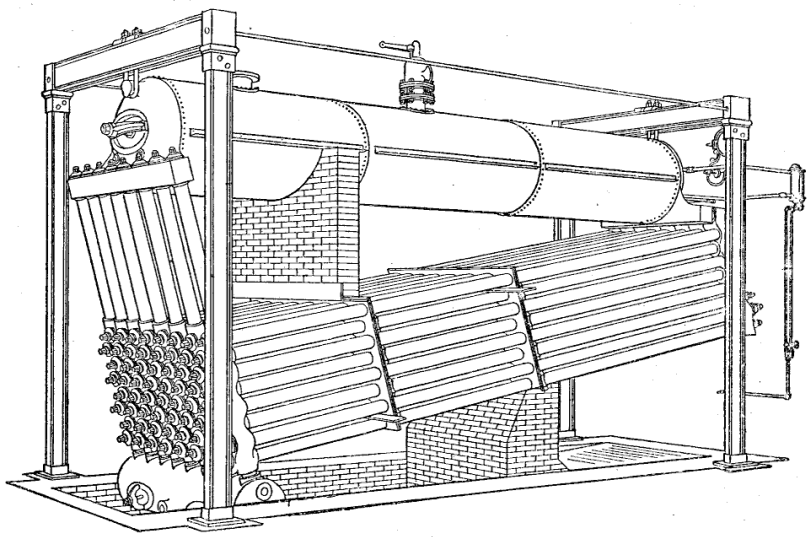


Fig. 4. — Montage d'une chaudière *Babcock-Wilcox*.

poutres en fer indépendantes de la maçonnerie, et qui laissent toute liberté à leurs dilatations.

Il paraît résulter, de la moyenne d'un grand nombre d'essais, que l'on pourrait compter, avec ces chaudières, sur une vaporisation moyenne de $11^{kil},4$ d'eau, prise à 100° et sous la pression atmosphérique, par kilogramme de combustible (charbon réel, moins les cendres) brûlé au taux d'environ $1^{k},60$ par mètre carré de surface de chauffe, ou de $73^{k},4$ par mètre carré de grille et par heure. Nous donnons, comme type d'essai de ces chaudières, celui qui a été exécuté par MM. Ehrendorfer et Melhuish à la station centrale d'électricité de la *Imperial Gas-Association*, de Vienne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Essais faits sur des chaudières Babcock et Wilcox, en fonctionnement avec du coke, à la Station centrale d'électricité de la *Imperial Continental Gas-Association à Vienne*, par MM. l'inspecteur A. Ehrendorfer et T. W. Melhuish.

1. Durée de l'essai en heures.	6
2. Nombre de chaudières soumises à l'essai.	2
3. Surface de chauffe totale des 2 chaudières, en mètres carrés.	262
4. Surface de grille totale des 2 chaudières, en mètres carrés.	5,88
5. Rapport de la surface de grille à la surface de chauffe.	1 : 44,5
6. Poids total de coke brûlé sur les grilles. kg.	2,554
7. Coke brûlé par heure. »	425,7
8. Coke brûlé par heure et par mètre carré de surface de grille. »	72,4
9. Coke brûlé par heure et par mètre carré de surface de chauffe. »	1,624
10. Eau vaporisée, poids total.	25,668
11. » par heure. »	4,278
12. Eau vaporisée, par heure et par mètre carré de surface de chauffe.	16,32
13. Eau vaporisée par kg. de coke.	10,05
14. Pression moyenne effective en atmosphères	9,75
15. Température de la vapeur en degrés centigr.	183,48
16. Quantité de chaleur nécessaire pour transformer 1 kg. d'eau prise à 0° en vapeur à la pression effective de 9.75 atm. (calories).	662,46
17. Température moyenne de l'eau à son entrée dans la chaudière, en degrés centigrades	85
18. Quantité de chaleur nécessaire pour transformer 1 kg. d'eau prise à 85° C. en vapeur à la pression effective de 9.75 atmosphères. (calories.)	577.46
19. Quantité de chaleur utile fournie par kg. de coke pour la vaporisation de 10.05 k. d'eau (calories.)	5,803,47
20. Analyse du coke employé. Sur cent parties :	
Carbone 90,16 (C)	
Hydrogène 0,31 (H)	
Azote Traces	
Eau 0,47 (W)	
Soufre 0,31	
Cendres 7,43	
21. La composition ci-dessus donne, pour la puissance calorique du coke employé, en vertu de la formule. $\frac{8080\ C + 34462\ H - 637\ W}{100}$ un nombre de calories égal à.	7,326,1
22. Vaporisation théorique de 1 kg. de coke : eau prise à 0°, et transformée en vapeur à 100° C.	11,5
23. Quantité théorique d'air nécessaire à la combustion complète de 1 kg. de coke, sans excès d'air.	10,7
24. Dans 100 parties de résidu sont compris :	
Eau. 0,36	
Carbone 1,07	
Matières minérales 98,57	
25. Résidu net total : kg. 209 ou 5 %.	8,2
26. Perte de calorique due à la non combustion du carbone que renferme le résidu pour 1 k. de coke (calories.)	6,5

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

27. Analyse volumétrique moyenne des gaz de la combustion :

Oxyde de carbone	0,00
Acide carbonique.	9,60
Oxygène.	11,45

28. 1 kg. de coke, donne lieu à un poids de gaz secs après combustion de :

Oxyde de carbone	0,00
Acide carbonique	3,3025
Air atmosphérique	12,2331
Azote	7,8265

29. Par kilog. de coke brûlé, on a admis un poids d'air de kg. 22,39

30. On a donc admis un excès d'air sur le poids théorique de. . . . . % 209

31. Humidité par kilog. de coke; cette humidité provenant:

a) de l'air (déterminé au psychromètre).	kg.	0,1746
b) de l'eau du cendrier.	»	0,1174
c) de la combustion de l'hydrogène	»	0,0279
d) de l'eau contenue dans le coke	»	0,0047
Humidité totale par kg. de coke		0,3246

32. Poids des gaz de la combustion par kilog. de coke . . . kg. 23,6867

33. Chaleur spécifique du mélange gazeux par kilog. de coke (calories.) 4,6820

34. Température moyenne des gaz dans le carneau . . 275°

35. Nombre de calories perdues par les gaz allant à la cheminée 1,287,55

36. Température moyenne de l'air admis sous la grille. 28°,2

37. Chaleur apportée par kilog. de coke :

a) par l'air sec. . .	149,97
b par la vapeur d'eau	3,91
Total. (calories)	153,88

38. Ce qui réduit la perte de calories par les gaz allant à la cheminée à 1,133,67

39. Température initiale et théorique en degrés cent. . . 2,570

40. Température réelle et moyenne de la combustion. 1,262

La quantité de chaleur disponible par kilog. de coke se répartit donc comme suit :

	(Calories)	%
1. Sont utilisées pour la vaporisation.	5 803,5	79,21
2. Sont perdues. . .	1 522,6	20,79
	7 326,1	100,00

Les calories perdues se répartissent ainsi :

		%
1. Evacuation des gaz chauds par la cheminée	1133,7	15,47
2. Combustion incomplète :		
a) Oxyde de carbone	0,0	0,0
b) Formation de carbone pulvérulent, suie, fumée	0,0	0,0
c) Perte par le cendrier. . . .	6,5	0,88
3. Perte par conductibilité et rayonnement (cette dernière déterminée par différence).	382,4	4,44
		20,79

N. B. — L'installation se compose actuellement de 9 chaudières de 124 chevaux chacune, pour une production en marche normale de 18 000 kilogrammes de vapeur à l'heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les chaudières Babcock sont parfois employées, aux États-Unis, dans des proportions tout à fait grandioses : nous citerons, entre autres, la station B de

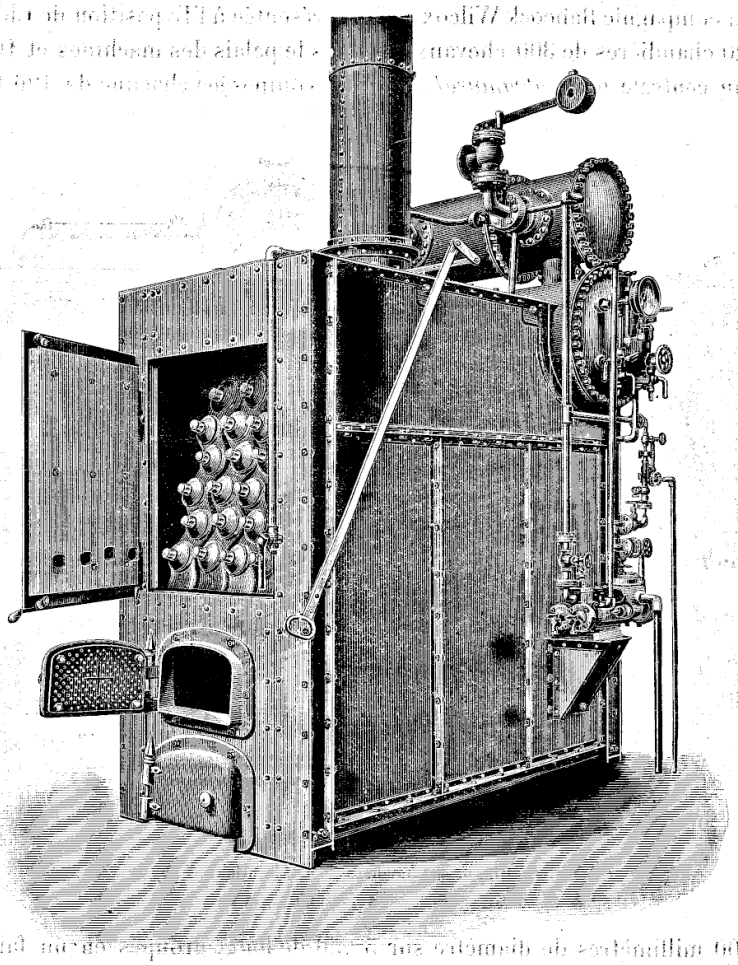


Fig. 5. — Chaudière transportable *Babcock-Wilcox*.

la New-York Steam Company, qui emploie 64 chaudières de 268 mètres carrés de surface de chauffe, en tout, 17120 mètres carrés, et la grande raffinerie de Spreckeels, qui en emploie 16 000 mètres carrés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, cette chaudière se construit, comme la plupart de ses similaires, en des types spéciaux facilement transportables (fig. 5), pouvant se démonter en des pièces dont la plus lourde ne pèse que 135 kilos environ.

La compagnie Babcock Wilcox était représentée à l'Exposition de Chicago par 20 chaudières de 300 chevaux (10 dans le palais des machines et 10 à la station centrale de l'*Intramural Railway*) composées chacune de 126 tubes

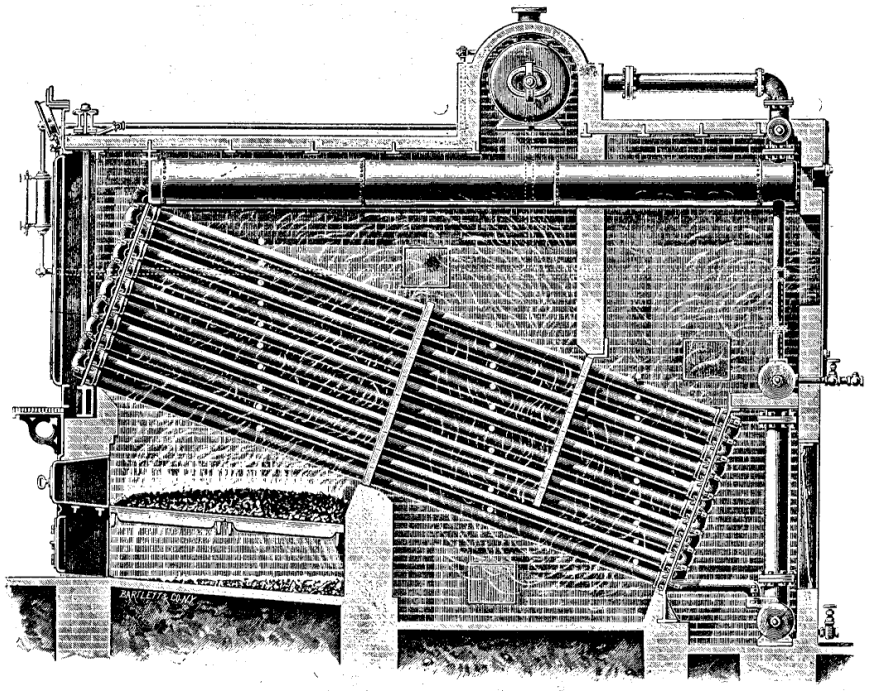


Fig. 6. — Chaudière *Root*. Élévation.

de 100 millimètres de diamètre sur $5^{m},50$ de long, groupés en un faisceau de $4^{m},25$ de haut sur $2^{m},75$ de large, avec un seul collecteur de boues, de 300 millimètres de diamètre sur $3^{m},60$ de long, et deux dômes de vapeur, de de $915^{m}/^{m}$ sur $5^{m},50$ de long.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière *Root* construite par la maison *Abendroth et Root*, de New-York, date de 1867.

Chacun des éléments de cette chaudière est (fig. 6 et 7) constitué par deux tubes mandrinés et réunis, à chacune de leurs extrémités, dans une

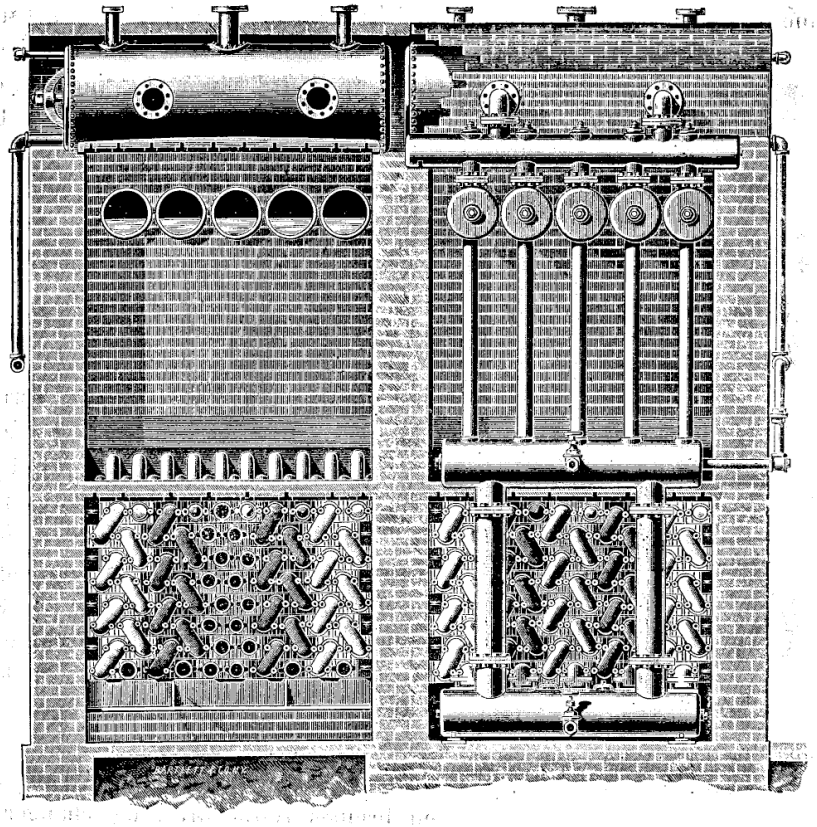


Fig. 7. — Chaudière *Root*. Vues d'arrière, en coupe partielle et de face.

boîte en fonte. Ces boîtes, superposées comme des briques sont (fig. 8, n° 1 à 6) reliées verticalement par des coudes de circulation, de manière à constituer, par leur juxtaposition, une section formée de deux rangées de tubes disposés en quinconce, dont le tube supérieur aboutit, par son dernier coude, à l'avant du collecteur d'eau et de vapeur correspondant. Ces collecteurs, dont le diamètre ne dépasse pas 360 millimètres, sont reliés chacun, à l'ar-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rière, d'une part, à un tube transversal commun, raccordé par deux tubulures au dôme de vapeur, et, d'autre part, au moyen de tubes verticaux, au collecteur d'alimentation, situé à mi-hauteur de la chaudière. Ce collecteur est relié au collecteur de boues, situé tout au bas et à l'arrière, par deux tubes assez gros pour que l'eau s'y écoule lentement, en précipitant une partie de ses impuretés par son échauffement, grâce à son contact suffisamment prolongé avec l'eau chaude de la circulation descendante. Enfin, le collecteur de boues est relié, par autant de tubulures, à chacune des sections de la chaudière; et ce collecteur est, ainsi que ses raccords, isolé de la chambre de combustion, de manière que l'on puisse y accéder facilement, même avec la chaudière en feu.

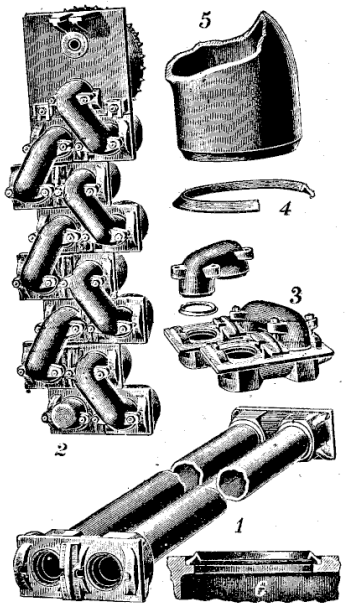


Fig. 8. — Chaudière *Root*.
Détail d'une section.

1. Détail d'un élément. — 2. Avant d'une section. 3. Détail d'une face. — 4, 5, et 6. Détail d'un jointde raccord.

Les joints des coudes avec les boîtes des tubes se font (fig. 8) par le serrage d'une garniture en bronze 4, parfaitement étanche, et suffisamment élastique pour ne pas s'opposer aux dilatations individuelles des tubes; et l'avant du faisceau repose, par ses boîtes inférieures, sur une poutre en fer suspendue par deux boulons verticaux, qui lui laissent toute liberté de céder aux dilatations du faisceau.

Ainsi qu'on le voit en figure 6, les gaz du foyer sont obligés, par des panneaux en briques réfractaires, de changer de direction trois fois avant d'atteindre la cheminée, de manière à frapper le plus normalement possible le faisceau tubulaire.

Le remplacement d'une section peut se faire en deux heures environ, en partant d'une chaudière en plein feu. La circulation y est très active; des plombs fusibles placés immédiatement au-dessus du foyer, à $0^m,30$ de l'autel, dans les tubes du bas d'une chaudière Root soumise à un feu de 200 kilos de charbon par mètre carré de grille, auraient parfaitement résisté pendant une marche ininterrompue durant trois semaines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière Root se vend, comme presque toutes les chaudières américaines, au cheval, évalué conventionnellement à une vaporisation, par heure, de 13^{k},600 d'eau prise à 38° (100° Fah.) sous la pression effective de 4^{k},9, et avec une surface de chauffe effective de 1^{mq},02 par cheval. La longueur des tubes

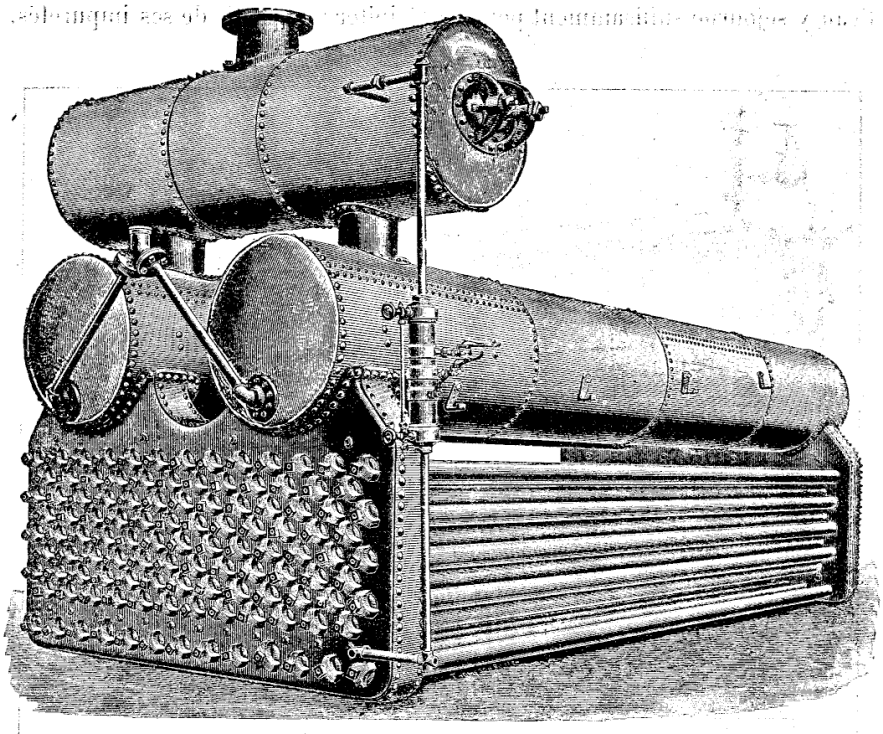


Fig. 9. — Chaudière *Heine* de 350 chevaux : 140 tubes de 4^{m},90 sur 90 millimètres de diamètre.

varie de 3^{m},60 à 5^{m},40 suivant la puissance de la chaudière et l'emplacement dont on dispose ; les tubes de 5^{m},40 sont ceux qui donnent les meilleurs résultats.

La chaudière *Heine*, aussi très répandue, se distingue par plusieurs particularités (1).

(1) Pour plus de détails, voir l'ouvrage intitulé « *Helios* » de M. *G. Meir*. 421 Oliver St, Saint-Louis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Ses tubes ne sont pas frappés mais (fig. 11) léchés par les gaz du foyer, contrairement à la pratique presque universelle.

2° Le dôme de vapeur B, incliné parallèlement aux tubes afin de faciliter le dégagement de la vapeur, est (fig. 10) pourvu d'un déflecteur antiprimeur et d'un tube d'alimentation D, ouvert à l'avant, assez large, afin que l'eau y séjourne suffisamment pour y précipiter une partie de ses impuretés.

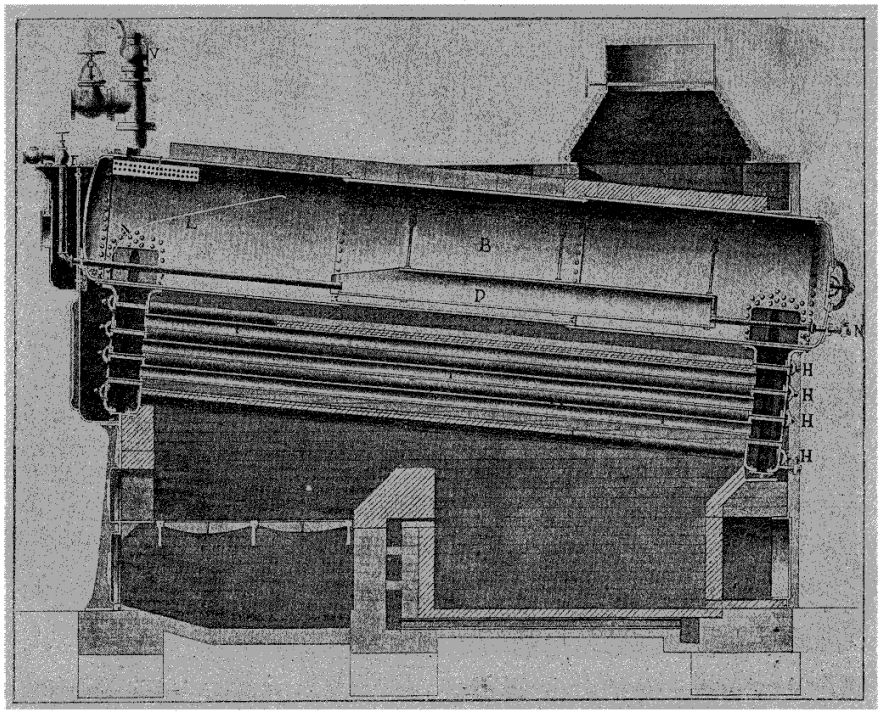


Fig. 10. — Chaudière *Heine*. Coupe verticale par un réservoir de vapeur B.

3° L'avant et l'arrière de la chaudière sont constitués par deux caisses en tôles d'acier, écartées de 300 millimètres et réunies par des entretoises creuses, (fig. 10 et 12) dans lesquelles on a mandriné les tubes. Cette disposition présente l'avantage de faire déboucher la vapeur dans les dômes par une section égale ou supérieure à celle de l'ensemble des tubes; mais elle n'offre pas la même sécurité que les dispositions sectionnées. Les autoclaves sont à joint métallique intérieur, bien préférable aux joints extérieurs, que l'on ren-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contre sur la majorité des chaudières américaines. La caisse d'arrière repose (fig. 10) sur des rouleaux qui laissent au faisceau des tubes toute liberté de dilatation.

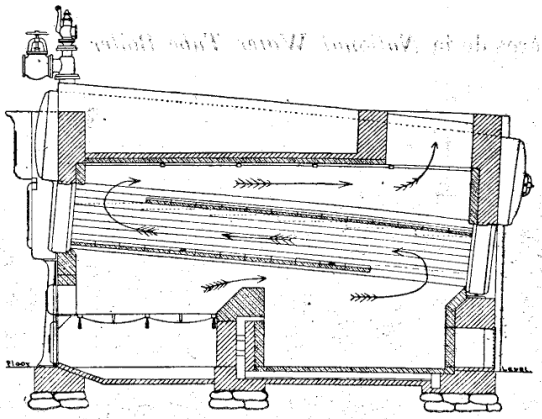


Fig. 11. — Trajet des flammes dans la chaudière *Heine*.

Il y avait, à l'Exposition, 12 chaudières Heine de 375 chevaux, ayant

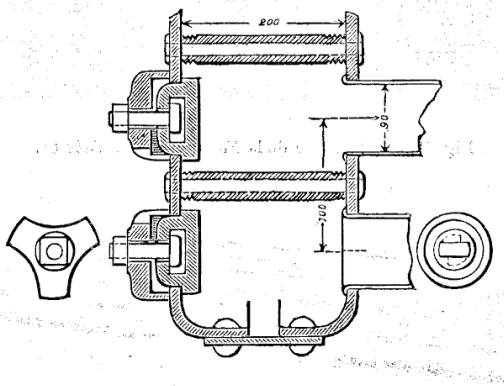


Fig. 12. — Détail d'un autoclave de tube de chaudière *Heine*.

chacune 171 tubes de 90 millimètres sur $4^m,90$ de long, inclinés d'environ 1/12, et 2 dômes de $0^m,90$ sur $5^m,90$, reliés en avant à un second dôme transversal de $0^m,76$ de diamètre sur $2^m,44$ de long. Poids : 12800 kilos;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

volume de l'eau, $10^{m3},500$; surface de grille, $5^{mq},90$; surface de chauffe, 257 mètres carrés, ou de 43,5 fois la grille.

Les chaudières de la *National Water Tube Boiler C°*, de New-York (1),

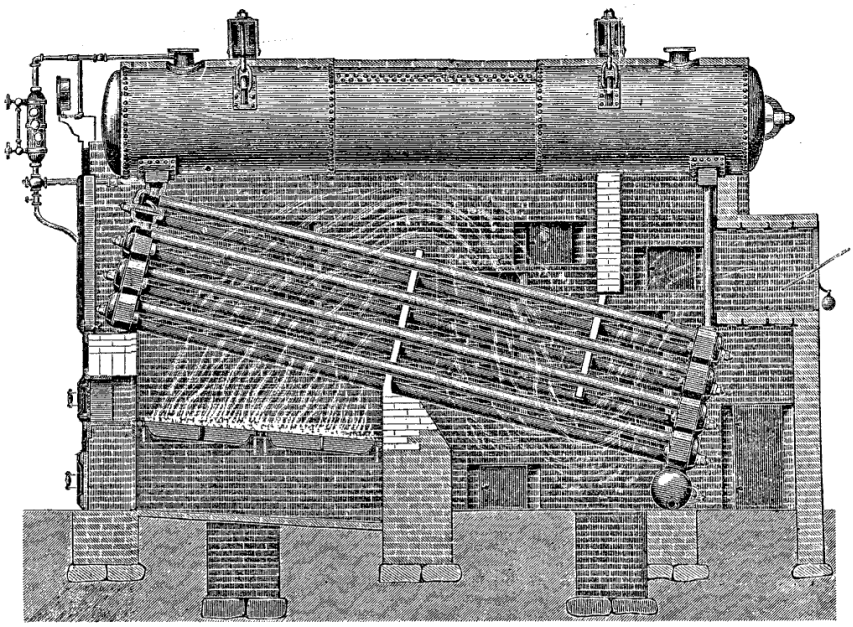


Fig. 13. — Chaudière de la *National Water Tube C°*.

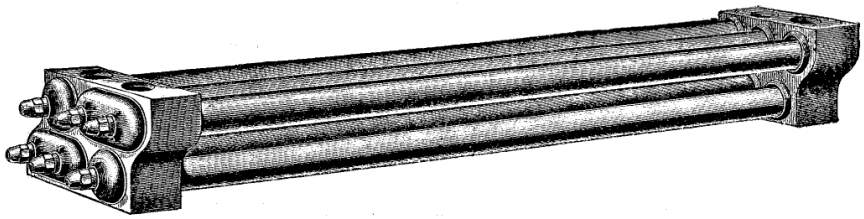


Fig. 14. — Chaudière de la *National Water Tube C°*. Détail d'un élément.

sont caractérisés parce que chacun de leurs éléments est constitué (fig. 14 et

(1) Brevets américains *Moore* 483 731 et 487 073 de 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

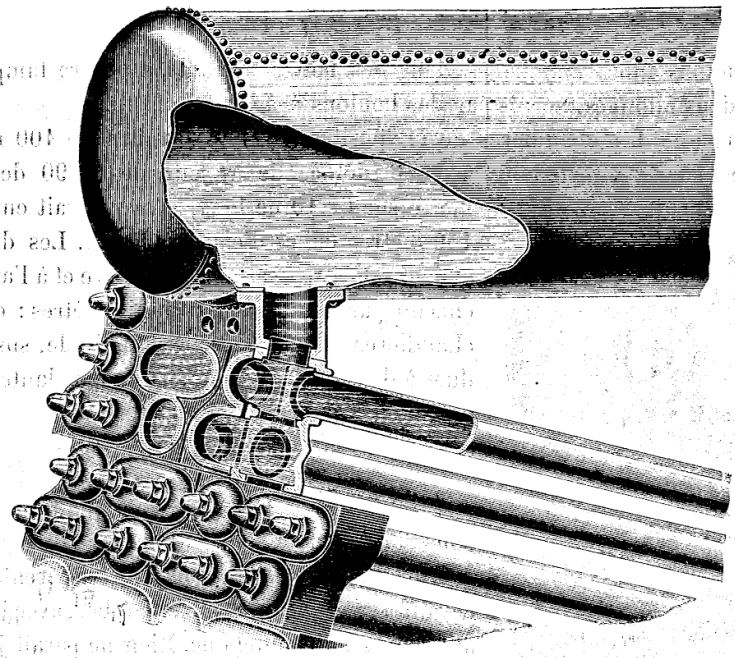


Fig. 15. — Chaudière de la *National Water Tube C°*. Détail d'une caisse.

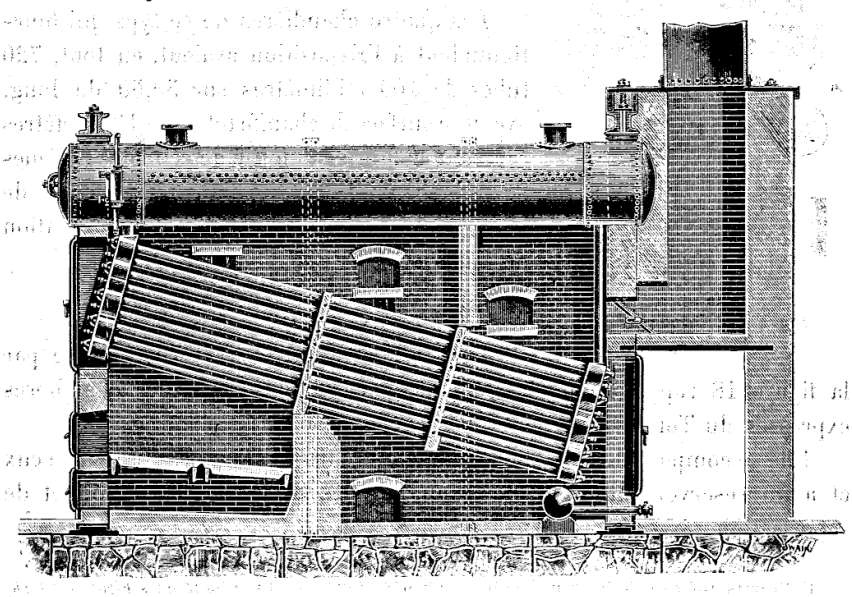


Fig. 16. — Chaudière *Gill* de 100 chevaux : 54 tubes, de 100 millimètres sur 5^{m},20 de long. Surface de chauffe 89^{m2},5 de grille ; 2^{m2},70. Diamètre du dôme 1^{m},07; longueur 6^{m},20.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

15) par six tubes mandrinés dans des boîtes en fonte à quatre tampons, dont deux allongés, serrés par des boulons à ancre.

Chacune des chaudières de l'Exposition avait 180 tubes de 100 millimètres sur $5^m,50$ de long, avec 3 dômes de vapeur de $0^m,90$ de diamètre sur $6^m,10$ de long, et vaporisait environ 450 mètres cubes d'eau par heure. Les dômes étaient reliés aux caisses, à l'arrière et à l'avant, chacun par 4 tubes de 100 millimètres ; et les chaudières étaient, comme d'habitude, suspendues à des charpentes en fer indépendantes des maçonneries.

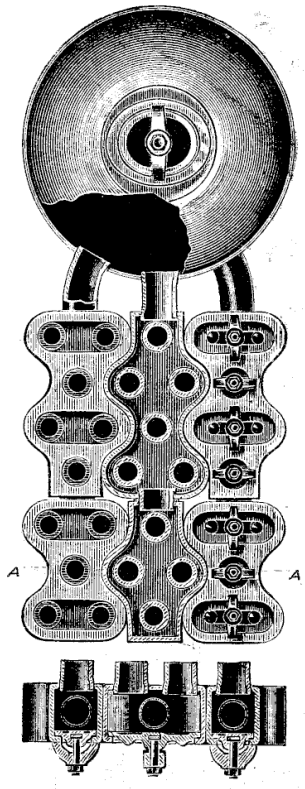


Fig. 17. — Chaudière *Gill*.
Détail des caisses.

Les boîtes à tubes de la chaudière *Gill*, construites par la « Stearns Manufacturing C° », d'Érié, sont (fig. 17) de trois types différents, recevant respectivement 4, 5 et 6 tubes, avec joints autoclaves au caoutchouc. Rien ne paraît justifier cette complication de boîtes dissemblables.

Les quatre chaudières de ce type qui fonctionnaient à l'Exposition avaient, en tout, 720 tubes de 100 millimètres sur $5^m,50$ de long, avec une surface de chauffe totale de 1 350 mètres carrés, y compris la moitié de celle des 6 dômes de vapeur, de $1^m,07$ de diamètre et $6^m,40$ de long, avec 70 mètres cubes d'eau. Vaporisation probable : 23 mètres cubes par heure.

La chaudière *Stirling* (1) représentée par la figure 18 rappelle immédiatement, par son ensemble, les chaudières expresses du Temple, Normand, Thorneycroft, etc.

Elle se compose de trois dômes supérieurs transversaux, reliés entre eux et à un réservoir inférieur commun par des tubes de circulation et de vaporisation.

(1) Brevets américains 407 260 (1889) et 479 678 (1892). — Id. Chaudières *Field et Clark*, (Brevet américain 502 025 de 1893).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier de ces dômes, le plus en arrière du foyer, reçoit l'eau d'alimentation : il communique par une rangée de tubes recourbés avec le haut

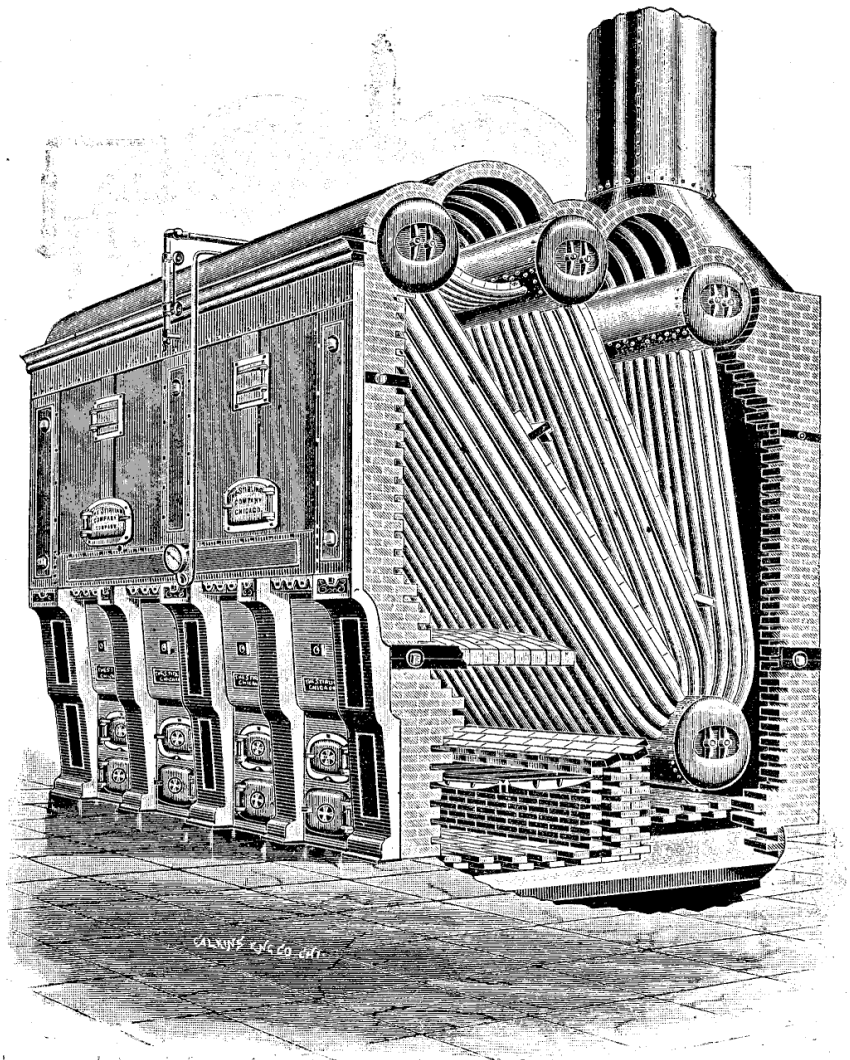


Fig. 18. — Chaudière *Stirling*.

du second dôme, et avec le réservoir inférieur par trois rangées de tubes presque verticaux. Le second dôme communique avec le haut et le bas du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

troisième par deux rangées de tubes arqués, et avec le réservoir inférieur, de même que le troisième dôme, par quatre rangées de longs tubes faible-

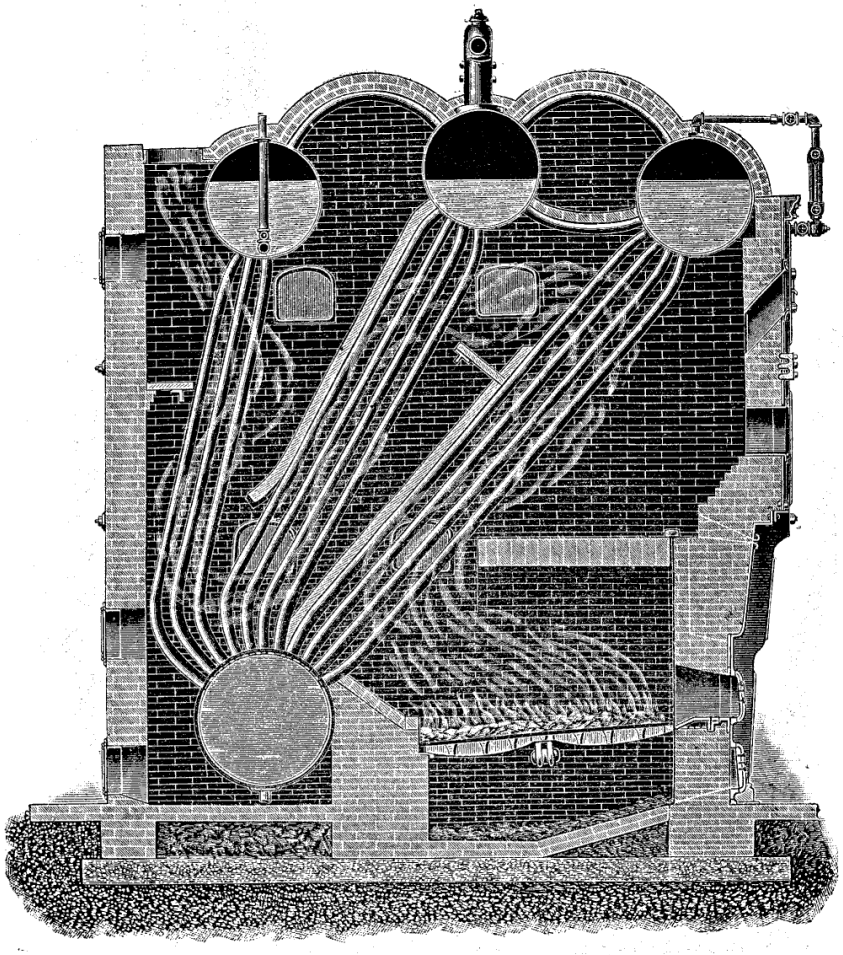


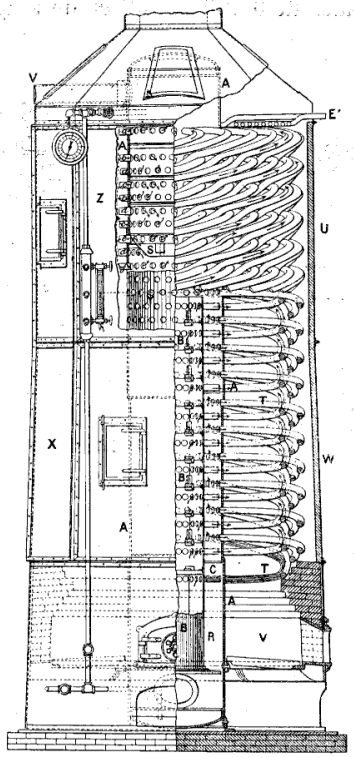
Fig. 19. — Trajet des flammes dans la chaudière *Stirling*.

ment inclinés sur la verticale. Des plaques réfractaires obligent les gaz du foyer à parcourir le trajet indiqué sur la figure 19.

L'eau descend dans le collecteur inférieur, où elle dépose une partie de ses impuretés précipitées par son échauffement; puis la circulation s'établit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus ou moins méthodiquement entre les deux dômes d'avant et le collecteur.



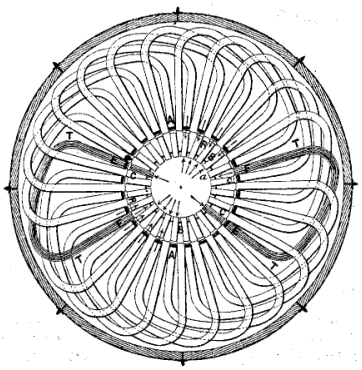


Fig. 20 et 21. — Chaudière *Climax*.

A, tube allant du haut en bas de la chaudière, sur lequel se fait la prise de vapeur V, et dans lequel se trouve un second tube concentrique B, débouchant un peu au-dessus du niveau de l'eau — T, tubes en spirale, disposés au-dessous du niveau de l'eau, indiqués en noir sur la figure 21, dont l'une des extrémités, F, débouche dans A, et l'autre, E, dans B, par une virole *c* — U, tubes en spirale, au-dessus du niveau de l'eau, dont les deux extrémités *ec*, *db*, *cd*, débouchent dans A, de part et d'autre de diaphragmes en tôle, qui forcent la vapeur à parcourir ces tubes — V, foyer, à brûleurs *Larkin*, — W, enveloppe démontable, — E', réchauffeur d'eau d'alimentation.

Il y avait, à l'Exposition, 6 chaudières *Stirling* de 400 chevaux, vaporisant chacune environ $5^{m3},400$ par heure, avec 308 tubes en acier doux, soudés à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

recouvrement, de 82 millimètres de diamètre extérieur sur environ 3m,90 de long, et 54 tubes arqués de 1m,30 ; 3 dômes de 0m,90 sur 4m,95 de long, et

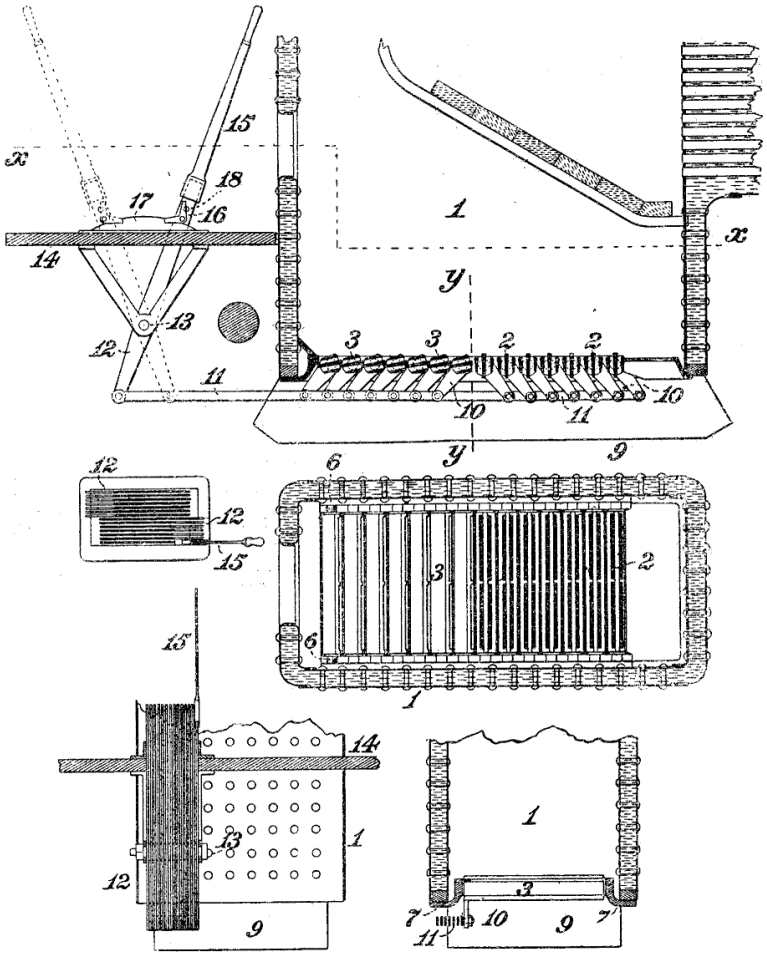


Fig. 22 à 25. — Grille à secousses *Forney*. Application à une locomotive. Coupes horizontale *xx*, verticale, et *yy*. Vue d'arrière et détail des leviers 12.

1. Foyer avec voûte réfractaire à tubes d'eau, 3, 2, barreaux pivotés en 6, sur les côtés 7, articulés, par les leviers 10, aux tringles 11, manœuvrées à l'aide du bras détachable 15, par les leviers 12, pivotés en 13, avec crans 16, 17-18, goupilles permettant de solidariser entre eux plusieurs leviers 12-14 plate-forme.

un collecteur de 1m,05 de diamètre. Surface de chauffe des tubes : 297 mètres carrés ; surface totale : 371 mètres carrés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chaudières sont assez répandues aux États-Unis, bien qu'elles ne paraissent présenter aucun avantage sur les chaudières tubulées à éléments détachables et facilement accessibles.

Il semble en être de même pour la chaudière *Climax* (1) représentée par les figures 20 et 21.

Cette chaudière se compose : 1° d'un gros tube central A, allant du haut

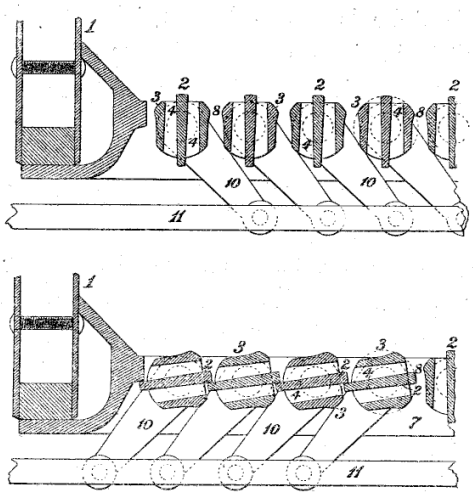


Fig. 26 et 27. — Grille à secousses *Forney*. Détail de la bascule des barreaux.

en bas de la chaudière, et sur lequel se fait la prise de vapeur V; 2°, d'un second tube B, concentrique à A, débouchant un peu au-dessus du niveau de l'eau, et recevant l'eau d'alimentation par le bas; 3°, d'un double système de tubes recourbés en hélice. Le premier système de tubes, au-dessous du niveau, se compose de tubes T, dont l'une des extrémités C débouche dans le tube central ou alimentateur B, et dont l'autre extrémité, E, débouche à environ 40 millimètres au-dessus, dans le tube de vapeur A. Les extrémités de chacun de ces tubes sont écartées d'environ 50°. Les tubes du second système, au-dessus de la ligne d'eau, analogue au premier, débouchent par leurs deux extrémités dans le tube de vapeur A. Le tout est enveloppé

(1) Brevets américains Morrin. N° 309 727 (1884), 407 940 (1889), 463 307 (1890).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une chemise isolante W, en plusieurs panneaux X, détachables pour faciliter l'accès des tubes.

En réalité, les tubes du premier système, ou tubes vaporisateurs, ne vont pas jusqu'en B, mais ils lui sont raccordés par des tubulures C, forcées en E, et simplement posées dans la tôle de B, qui est très mince : 3 millimètres.

L'eau, admise en B, circule dans les tubes vaporisateurs de bas en haut; puis la vapeur produite s'échappe, par l'espace annulaire AB, dans le haut du tube A, où elle se sépare de la majorité de son eau entraînée, par le déflecteur S : enfin elle se sèche dans les tubes supérieurs, qu'elle est obligée de traverser par une série de diaphragmes de A.

L'eau d'alimentation arrive, par E', dans un serpentin placé au haut de la chaudière, et qui la réchauffe.

L'une des trois chaudières « Climax » de l'Exposition, tarée à 1 000 chevaux, avait $4^{m},50$ de diamètre, $11^{m},30$ de haut, 864 tubes de 75 millimètres de diamètre sur $3^{m},80$ de long, avec une surface de chauffe totale de 930 mètres carrés, et une vaporisation d'environ $13^{m3},300$ par heure. Son foyer était alimenté par quatre brûleurs *Larkin* au pétrole.

Les deux autres chaudières, de 500 chevaux chacune, avaient 475 tubes et 465 mètres carrés de surface de chauffe, avec environ 10 mètres cubes d'eau.

On commence aux États-Unis à se préoccuper beaucoup, comme chez nous, de la question des chaudières à vaporisation extra-rapide, ou *chaudières express*. Les types essayés présentent, pour la plupart, de grandes analogies avec ceux de *du Temple*, *Normand*, *Thorneycroft* et *Yarrow*, et ne leurs paraissent pas supérieurs (1).

Détails de construction.

Le foyer. — On emploie fréquemment aux États-Unis, surtout pour les houilles collantes, des grilles *à secousses* (2). L'une des plus usitées

(1) *Herreshoff*. *Ward*. *Towne* (Railroad and Engineering journal, août, 1890, Engineering 5 août 1889, p. 322, et 23 mars 1894, p. 385). *Almy* (American Machinist, 17 Déc. 1891). *Cowles* (Brevet américain 508 410 de 1893). *Mosher* (id. 472 309 de 1891). *Sturtevant* (id. 487 792 de 1892). *Warrington* (id. 459 028 de 1891). *Maxim* (Brevet anglais, 19 254 de 1892).

(2) Exemples : Grilles de *Poole*, *Bannister*, *Howe*... (G. Richard. « La Chaudière locomo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur les locomotives est celle de *M. N. Forney*, l'auteur du célèbre « Catechism of the Locomotive », les figures 22 à 27 en représentent le dernier modèle.

Comme on le voit par les figures 26 et 27, les barreaux de cette grille peuvent, en pivotant d'à peu près 90°, fermer complètement l'entrée de l'air, que l'on peut ainsi régler en fonction du travail de la locomotive, concurremment avec l'échappement. La section des entrées 4 est normalement

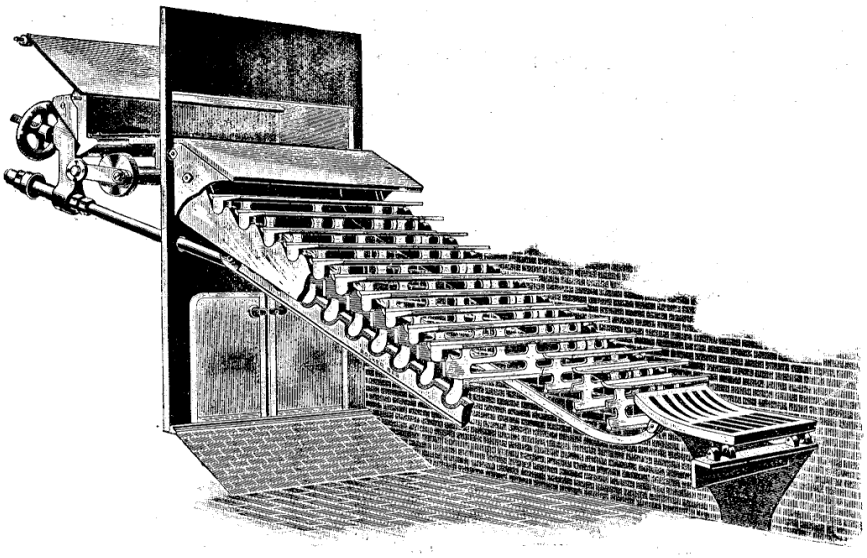


Fig. 28. — Grille mécanique *Roney*.

égale à celle des entrées 8, et les barreaux sont inscrits dans un cylindre décrit, de leur axe d'oscillation, de manière que les espaces 8 n'aient pas de tendance à s'engorger, parce que leur largeur reste ainsi à peu près invariable pendant les oscillations de la grille. Chacun des barreaux est relié, par son bras 10, à une tringle 11, à levier 12 (fig. 22), que l'on actionne par le manche détaché 15. Des trous 18, percés dans les leviers 12, permettent de solidariser plusieurs barreaux en un seul groupe, par une cheville passée en 18.

tive, » p. 81). *Dumming* (Scientific American, 18 fév. 1888, p. 99). *Hine* (Electrical World, 7 octobre 1893, p. 270). *Kirkwood* (the Engineer, 13 janv. 1893, p. 26). *Pratt* et *Babcock* (Brevet anglais, 20 085 de 1892). *Standard* (American Machinist, 21 août 1890). *Stirling* (id., 4 sept. 1886). *Robertson* (El. World, 7 oct. 1893, p. 279).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les *grilles à chargement mécanique*, l'une des plus répandues, aux États-Unis, est celle de *Roney*, dont l'ensemble, est clairement représenté par la figure 28. Partant de la position (fig. 29), la manivelle motrice pousse le chargeur dans la position (fig. 30); puis, vers la fin de sa course et de la décharge du charbon sur la grille, elle ramène vivement la grille de la position (fig. 30) à celle (fig. 29), où la grille retient cette charge nouvelle, et arrête la descente. Ce mouvement se répète sept à dix fois par minute, et l'amplitude des oscillations de la grille peut se régler par les taquets filetés de sa tige de manœuvre. De temps en temps, on lâche la tringle du jette-feu, qui, tombant de lui-même, purge la grille.

On peut, comme installation de cette grille, citer, entre autres, celle de

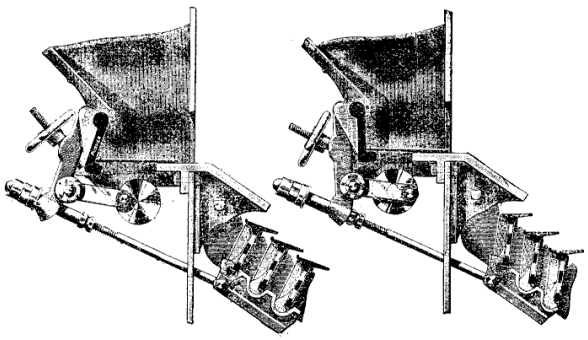


Fig. 29 et 30. — Grille mécanique *Roney*. Détail d'un chargement.

16 foyers de chaudières Babcock-Wilcox (2250 chevaux) à l'American Glucose C° de Peoria (Illinois), où elle fonctionne depuis quatre ans d'une façon régulière et économique (1).

Parmi les différents systèmes disposés pour *l'utilisation des combustibles inférieurs*, il faut citer, au premier rang, celui de *M. C. Eckley Coxe*, ancien élève de l'École des mines de Paris, dont la figure 31 représente l'un des types les plus récents, étudié spécialement pour l'utilisation des menus d'anthracite les plus fins, et qui, par son ensemble, rappelle la grille *Tailfer*.

La caractéristique de ce système est d'alimenter la grille sans fin G en plusieurs points H, H', H'', de manière à y former une série de couches

(1) Voir aussi les Grilles mécaniques *Jones* (American machinist, 28 déc. 93, p. 10), et *Mac Clave* (Appletons' Cyclopœdia. Suppl. p. 70).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'anthracite : 2, 3, 4. La couche H″ s'enflamme en 50, sous une épaisseur relativement considérable, et avec, en B′, un passage de l'air assez faible pour ne l'amener que graduellement au point d'incandescence parfaite : en 51, par exemple, à partir duquel elle laisse, en raison de sa plus faible épaisseur, l'air passer en plein, et se brûle rapidement jusqu'en 52, en A′, où elle reçoit la couche de H, laquelle y réduit, en B_2, le passage de l'air comme en B′, puis

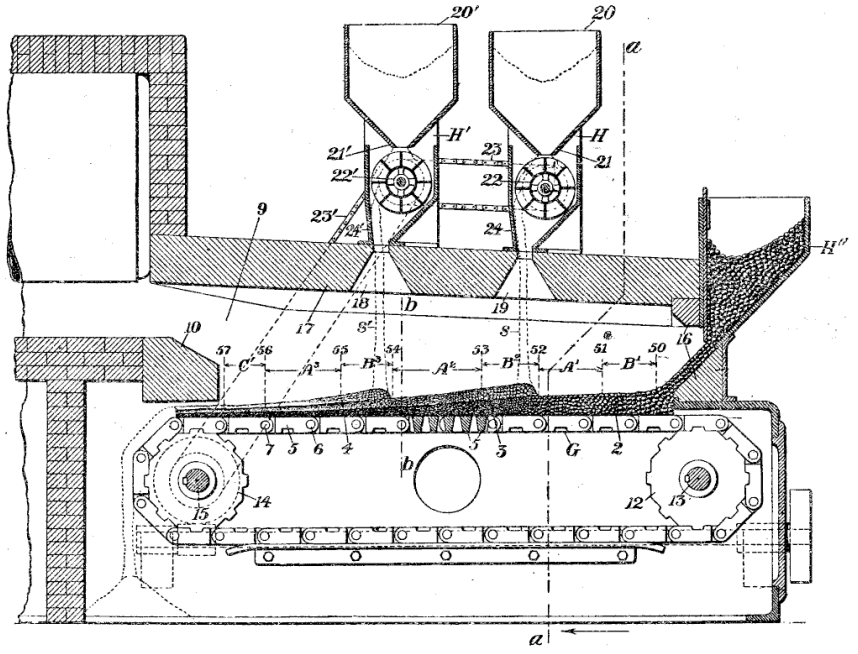


Fig. 31. — Grille mécanique *Eckley Coxe*. Coupe par l'axe du foyer.

20, 21, 20′, 21′, trémie à distributeurs H et H′, avec tambours 22, 22′, conjugués par une chaîne 23, distribuant l'anthracite, suivant S et S′, en 52 et en 54, sur la grille G, formée des barreaux 5, disposés par groupes de 3 sur maillons articulés en 6, 7, et commandée par les tambours 12 13, 15 14. H″, trémie chargeant en 50.

laisse, en A_2, l'air passer à peu près comme en A′. Les mêmes phénomènes se reproduisent en B_3 et en A_3, avec la troisième couche, fournie par H′, jusqu'en C′, où les cendres des trois couches achèvent de se brûler. Le passage de l'air se trouve ainsi réglé à peu près suivant les états successifs de l'anthracite (1).

(1) Brevets américains, 517 067, 518 578, 627 645 de 1893. Voir aussi les grilles A AIR *Hooper*. (American machinist, 4 déc. 1886). *Godey* (Scientific american, 6 janvier 1894, p. 5) et A EAU. *Water Grate Circulating C°* (Scientific american, 21 oct. 1893, p. 261). *Ferris et Gage* (Brevet americain 517 567 de 1893).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Foyers au pétrole. — Toutes les chaudières du Palais des machines à l'Exposition de Chicago étaient chauffées par du pétrole amené directement des puits de Lima (Ohio), par un tuyau de 385 kilomètres, dans des réservoirs de 550 mètres cubes, situés à 1 200 mètres des chaudières (1). Ces chaudières, divisées en deux groupes, l'un de 34 chaudières et l'autre de 9, étaient conduites par quelques chauffeurs : deux ou trois. L'un d'eux, posté

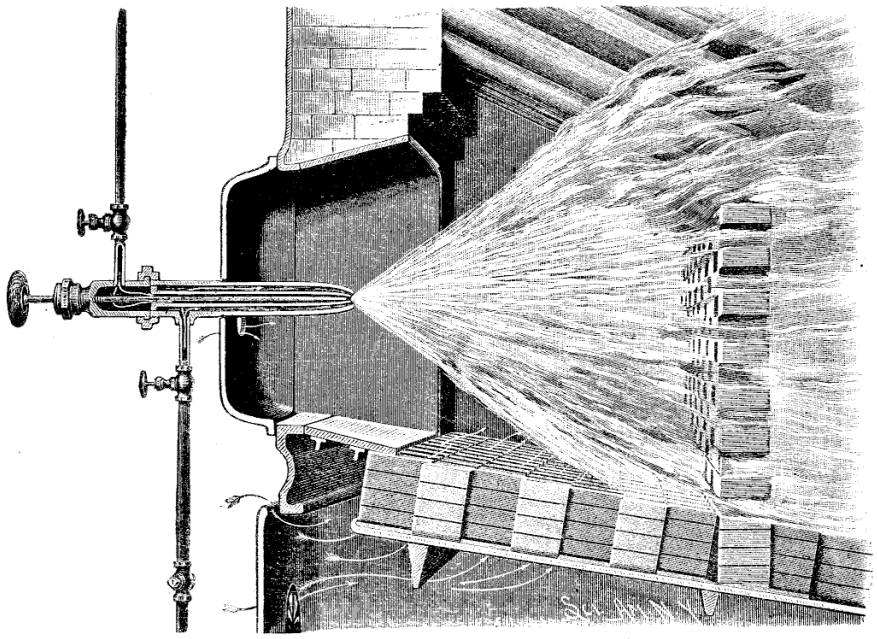


Fig. 32. — Brûleur *Burton*.

Le pétrole arrive par le tube vertical du bas, sous une pression de 0k,40, autour du tube horizontal, qui reçoit la vapeur et en règle l'admission par une aiguille. L'air arrive par l'avant du foyer et sous la grille. Un écran en briques réfractaires protège les tubes de l'attaque immédiate de la flamme.

au dehors, dans un observatoire, pressait, lorsque l'une des chaudières fumait, le bouton électrique correspondant de son poste, et signalait ainsi le fait sur un tableau placé dans la salle des chaudières. Le réglage des foyers se faisait avec la plus grande facilité. Les chaudières ont vaporisé, en moyenne, en plein travail, 340 mètres cubes d'eau par heure, avec une

(1) *Revue technique de l'Exposition de Chicago*, 2e partie, p. 139. *Génie Civil*, 3 février 1894, p. 216. *American machinist*, 17 novembre 1890. *Scientific American*, supp. 8 juillet 1893.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dépense de 22 tonnes de pétrole : soit une vaporisation d'environ 15 kilos d'eau par kilo de pétrole.

Dans tout l'ensemble de l'Exposition, il y avait 52 chaudières chauffées par 210 brûleurs à pétrole, qui ont dépensé environ 48000 mètres cubes, ou 34000 tonnes de pétrole, pour 32 millions de chevaux-heure : soit environ 1 kilo par cheval-heure. Le pétrole coûtait 2 centimes le litre. On estime à 27 p. 100 l'économie réalisée par la substitution du pétrole au charbon. Le total du personnel comprenait 42 hommes, divisés en trois équipes de huit heures chacune.

Tous les brûleurs à pétrole appartenaient au type général des pulvérisateurs à vapeur plus ou moins surchauffée : ils recevaient (fig. 32) leur pétrole, sous une pression de $0^{atm},4$, par un tuyau de 125 millimètres de diamètre,

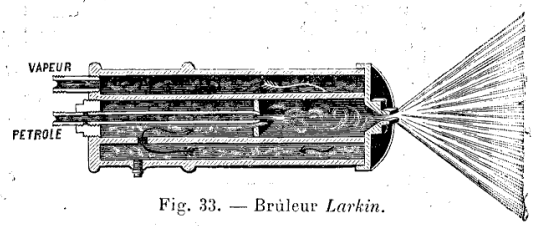


Fig. 33. — Brûleur *Larkin*.

courant tout le long des chaudières, et leur vapeur d'un tuyau de 60 millimètres, parallèle au premier, à la partie supérieure des chaudières.

Ces brûleurs, dont les plus employés étaient ceux de *Reed*, de *Burton*, de *Meyer* et de *Larkin* (fig. 33), ne présentaient rien de bien particulier, et aucune supériorité sur ceux employés en Europe (Urquhart, d'Allest, Deutsch, Holden-Etchell, etc.)(1) et ne se souciaient guère d'économiser la vapeur : condition essentielle, comme on le sait, pour l'emploi du pétrole à la mer. Mais il n'en est pas moins vrai que la très remarquable installation du chauffage au pétrole de l'Exposition de Chicago a été des plus importantes, par la démonstration pratique et tout à fait éclatante qu'elle a fournie de la possibilité d'appliquer ce mode de chauffage, pendant six mois, sans aucun accroc, et avec un personnel extrêmement réduit, à une batterie de chaudières de 25000 chevaux. On peut dire que l'on n'avait encore jamais fait ressortir avec autant d'évidence les principaux avantages du chauffage au pétrole : simplicité, sécurité, économie de combustible et de personnel, facilité de conduite et propreté incomparables.

(1) *Gustave Richard*, « La Chaudière Locomotive et son outillage », p. 104.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le brûleur à pétrole de *M. F. A. Convert*, qui ne figurait pas à l'Exposition, est pourvu d'un régulateur ingénieux, qui proportionne, dans une certaine mesure, sa flamme à la pression de la vapeur dans la chaudière.

Le pétrole, emmagasiné dans un réservoir C, est (fig. 34) mis en communication, par le tuyau c, avec le brûleur B, et, par le tuyau c_1, avec l'air comprimé d'un réservoir D. Ce réservoir reçoit, d'un éjecteur ou souffleur E, un mélange d'air comprimé et de vapeur, et communique aussi avec le brûleur par un tuyau d_3 : la vapeur condensée s'écoule par un purgeur d_2.

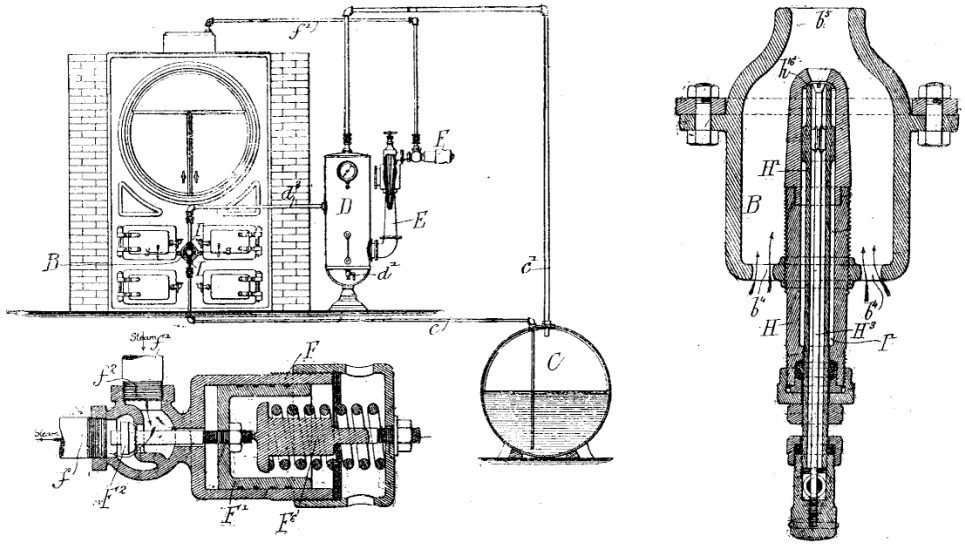


Fig. 34 à 37. — Brûleur *Convert* (Liquid. Carbonic Acid C° Chicago). Ensemble de l'installation. Détail du régulateur automatique et du brûleur.

C'est au souffleur E que se trouve annexé le régulateur automatique F (fig. 37). Dans la position figurée, la soupape F_2 de ce régulateur laisse la vapeur de la chaudière passer au souffleur E par le trajet f_1 F_2 f; mais, si la pression augmente, la poussée exercée par la vapeur sur le piston F_1 le repousse, malgré son ressort F_6, et ferme la soupape F_2 : l'inverse a lieu quand la pression baisse, de sorte que l'admission de l'air, de la vapeur et du pétrole au brûleur se trouve ainsi automatiquement réglée par la tension du ressort F_6, qui détermine la pression normale de la chaudière.

Le brûleur reçoit (fig. 36) le pétrole de c autour de l'aiguille H_3, et le mélange d'air comprimé et de vapeur de D d_3 en I', autour du tube H', d'où

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il va, par h_{16}, frapper presque normalement, pulvériser et vaporiser en partie le jet de pétrole, qui entraîne dans le foyer, en b_5, le complément d'air aspiré par b_4. On peut, comme on le voit, régler par des vis les positions respectives de H dans B, de H' dans H, et de H_3 dans H'.

L'Aerated Fuel C°, de Springfield (Ohio), est l'une de celles qui se sont

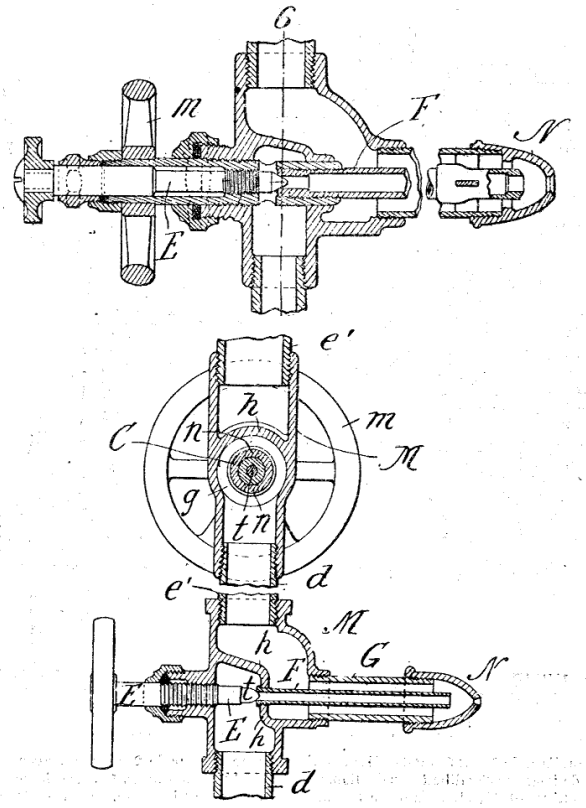


Fig. 38 à 40. — Brûleurs de la *Aerated Fuel C°*.

Fig. 38 et 39. — Coupe longitudinale et transversale par 6. *d*, arrivée du pétrole, réglée par le pointeau E *t* et les trous *n n*, au tube F, vissé en *h*, et solidaire du tube C, que l'on tourne, par *m*, pour régler l'admission de l'air, par *e'*, en N.
Fig. 40. — L'admission seule du pétrole est réglable par E *t*, le tube F étant vissé à demeure dans *h*.

le plus occupées de la combustion du pétrole sans emploi de vapeur. Nos lecteurs connaissent déjà le principe des appareils de cette société, sur lequel il est, par conséquent, inutile d'insister (1).

(1) *Bulletin* de Juin 1893, p. 423. Brevets anglais 9 501, de 1887, 5 020, de 1891. Américain 483 100, de 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 38 représente l'un des types de pulvérisateurs de cette Compagnie, remarquable par sa simplicité. On y règle l'admission du pétrole par le pointeau E, et celle de l'air comprimé par la manette *m*, laquelle rapproche ou écarte plus ou moins l'extrémité du tube F de celle du tube N, qui

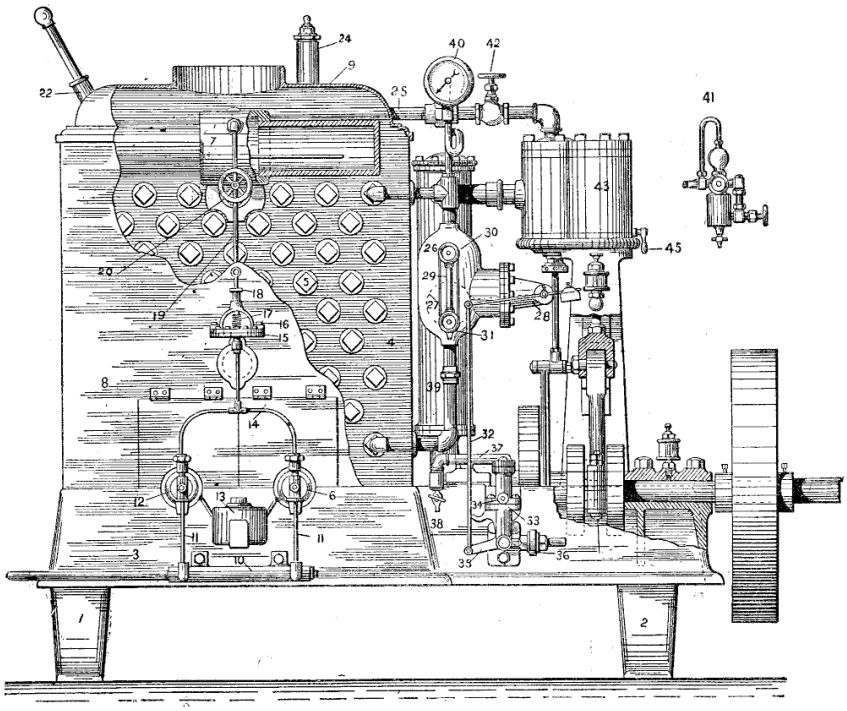


Fig. 41. — Chaudière à pétrole *Shipman*.

4, corps de la chaudière, de 560 × 560 × 60 d'épaisseur, pour un moteur de 2 chevaux, avec 68 tubes 5 (fig. 42) de 330 millimètres de long sur 45 millimètres de diamètre. — 6 et 12, brûleurs (fig. 43). 7, sécheur de vapeur. 8 et 9, enveloppe de la chaudière. 10, 11, 11, tuyauterie amenant le pétrole aux brûleurs. 14, tuyau leur amenant la vapeur en quantité réglée, suivant la pression de la chaudière, par la tension du ressort 17 du diaphragme 16-17, qui reçoit la vapeur de 20 et 19. 26, chambres à niveau d'eau 29 et à flotteur 27, commandant, par 32, 35, l'aspiration 36 de la pompe alimentaire, 33, 34, 37. — 40, manomètres. — 25, 42, 41, prise de vapeur, purgeur et graisseur du cylindre 43, 22, leviers de la pompe à air, pour refouler de l'air comprimé aux brûleurs, jusqu'à ce que la pression de la vapeur atteigne environ $0^k,4$. 13, lampes chauffant les brûleurs à la mise en train.

reçoit l'air par la tubulure *c'*. D'après M. W. J. Collins, la compression de l'air, nécessaire à la pulvérisation du pétrole ne dépenserait que 2 p. 100 de la vapeur produite par la chaudière. Mais c'est un chiffre à vérifier. Nous citerons, avec la même réserve, la vaporisation de 17 kilos par kilo de pétrole brut, qui aurait été obtenue aux ateliers du Boston and Albany Ry, à Spring-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

field, avec une batterie de quatre chaudières de 300 chevaux, tubulaires et à retour de flammes (1).

Ces brûleurs sont aussi employés avec succès pour les travaux de métallurgie et de forge (2).

La chaudière à foyer chauffée au pétrole de *Shipman* est l'une des plus répandues aux États-Unis pour les canaux et les petits bateaux de plaisance.

L'admission du pétrole est, comme l'explique la légende de la figure 41, réglée automatiquement en fonction de la pression de la vapeur par un diaphragme qui en commande le robinet, et le niveau de la chaudière est

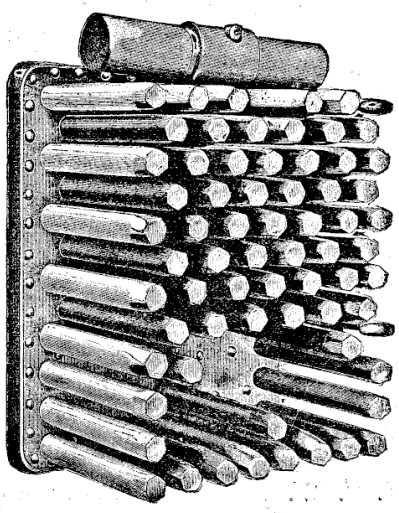


Fig. 42. — Chaudière *Shipman* simple. Vue du côté des tubes. Les grandes chaudières, à partir de 8 chevaux, sont à deux faisceaux de tubes : un de chaque côté de la caisse.

maintenu par un flotteur qui commande la soupape d'aspiration de la pompe alimentaire. La mise en train se fait par une petite pompe à main, qui injecte momentanément de l'air comprimé dans les pulvérisateurs, à la place de la vapeur qui vient ensuite, une fois la chaudière en pression.

Le brûleur débouche dans une chambre de vaporisation ou de gazéification C (fig. 43), à garniture réfractaire F, plongée dans le foyer, et la vapeur s'échappe non seulement autour de l'aiguille du pulvérisateur, mais aussi par les petits ajutages D, placés devant les trous de la plaque E, par

(1) *American Machinist*, 17 oct. 1889, p. 4.
(2) *American Machinist*, 14 août 1888, p. 5. *Scientific American*, 11 mai 1889, p. 297.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lesquels ils entraînent et brassent en G l'air nécessaire à la combustion (1).

Ainsi que l'indique la figure 42, la chaudière est constituée par une chambre plate en acier, dans laquelle débouche un faisceau de tubes fermés à un bout.

Dans le brûleur de *Harper*, représenté par la figure 45, le jet de pétrole sous pression D, amené du tube F, débouche, par une ouverture centrale d, au centre d'un faisceau de jets de vapeur amené, de G C, aux ouvertures d'; puis ce mélange est saisi, en avant de d, par un jet d'air chaud aspiré de H en b', et de vapeur amenée en b', par F et les trous obliques b, b. Cette disposition permet de régler très exactement la flamme en A, d'où les gaz

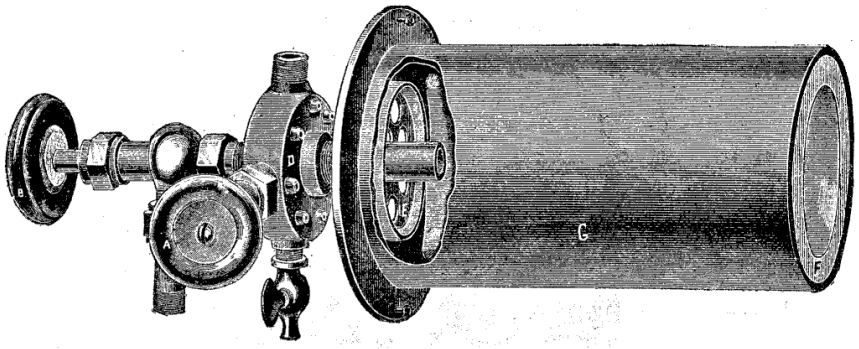


Fig. 43. — Brûleur *Shipman*.

s'échappent avec une vitesse relativement modérée, ce qui dispenserait, d'après l'inventeur, de l'emploi des voûtes ou écrans en briques réfractaires.

Le brûleur de *M. C. W. Claybourne* est (fig. 46) remarquable par la facilité de son nettoyage et la douceur de sa marche.

Le pétrole, amené en a_3, est pulvérisé par le jet de vapeur a_4, dans le vaporisateur a_5, à l'extrémité duquel il brûle sans bruit. L'air surchauffé arrive par $c^2 c' c$ et le filtre B.

Pour le nettoyage, il suffit de lancer, par d et D, après avoir fermé e, un jet de vapeur en C : cette chasse peut s'effectuer sans interrompre le fonctionnement du brûleur, qui se rallume de lui-même, et cette injection auxiliaire de vapeur peut aussi servir à augmenter, s'il le faut, l'intensité de la flamme (2).

---

(1) En Angleterre, on emploie, avec les chaudières Shipman, les brûleurs Rider.

(2) A signaler, en outre, les appareils américains de *Burrell* (American Machinist, 16 juin 1888), *Evans* (Brevet anglais 2 977, de 1879), *Mason* (id. 10 660, de 1889), *Stewart* (id. 6 519, de 1885), *Lockhart, Reed, Somers* (Brevets américains, 518 694, 518 897, 517 267, de 1893).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous citerons encore le dispositif employé par *M. Engle*, de San Francisco, pour l'utilisation de certains sous-produits ou résidus de la fabrication du gaz de pétrole, d'une densité presque égale à celle de l'eau qui les accompagne, et dont on ne peut les séparer. Ces produits passent (fig. 48) du

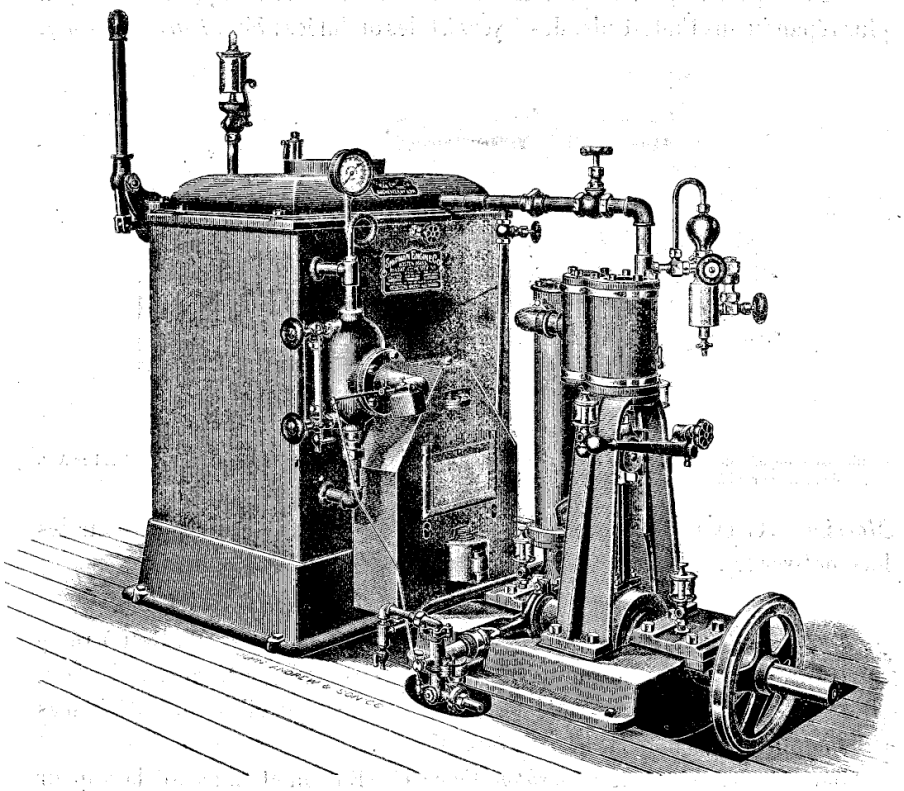


Fig. 44. — Ensemble d'un moteur *Shipman* et de sa chaudière.

	MACHINE.			CHAUDIÈRE.		
Puissance à 10 kil.	Longueur.	Largeur.	Hauteur.	Longueur.	Largeur.	Hauteur.
1 cheval.	385mm	360mm	610mm	480mm	480mm	680mm
2 —	460	460	690	560	680	860
4 —	460	460	760	560	760	970

réservoir A en D, où ils sont chauffés en E par la vapeur de la chaudière B, puis, par C, au brûleur I, à injection de vapeur F. Ils se brûlent partie par

Tweddle (Engineering 22 mai 1891, p. 622) ainsi que les mémoires. « Liquid Fuel for Steam. Making » de *Hutton* (Scientific american supp. 4 mars 1893, p. 14 315). « Liquid Fuel for Marine Purposes » par *N. Soliani* (Engineering Congress at Chicago, 1893) et l'*Engineer* du 6 avril 1894, p. 290.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce jet, partie sur la grille, constituée par une pile de rails, dont la chaleur volatilise tout ce qui est combustible. La partie incombustible s'évacue en J.

Nous signalerons, au point de vue de la *résistance*, l'emploi, de plus en plus répandu aux États-Unis, des foyers à tôles ondulées : *Fox*, *Purves*, *Strong*,

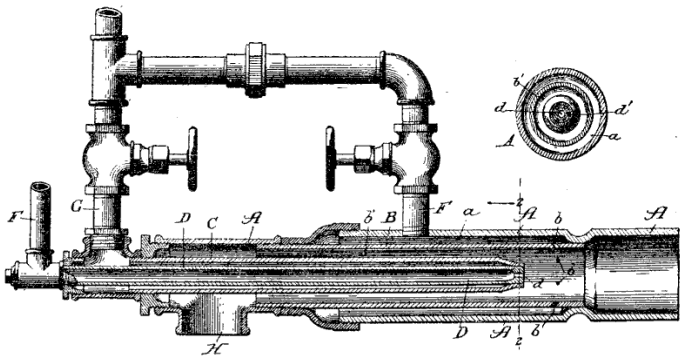


Fig. 45. — Brûleur *Harper*. Coupes longitudinale et 2, 2.

F, admission du pétrole en D *d*, au centre des jets de vapeur amenés, de G C, en *d'*. H, aspiration d'air chaud en A *b'*, par de la vapeur admise, par F *a*, en *b'*, au travers des trous inclinés *b*, *b*, *b* du tube B.

Morrison (1) et l'usage presque exclusif des tôles d'acier, même pour les locomotives (2).

Soupapes de sûreté. — L'emploi des soupapes à aire variable ou à réaction (3), dérivées plus ou moins directement des soupapes à gorge d'*Adams* (1878), est à peu près universel aux États-Unis, où elles sont désignées en général sous le nom de *Pop Safety Valves*.

Dans les soupapes de la *Ashton Valve C°* (Boston et Chicago) la vapeur s'échappe, quand la soupape se lève, partie par le siège, partie par les trous I, (fig. 49 et 51) percés dans le haut de la soupape, et partie par des trous percés dans le siège, et dont l'évacuation se fait à l'atmosphère par un conduit

(1) *Bulletin* de mars 1890, p. 151. *G. Richard.* La Chaudière locomotive p. 17 et le Brevet américain 505 545, de 1893.

(2) *Revue générale des chemins de fer*, mars 1893.

(3) *Vicaire* (Annales des mines, 7e série, vol. XIX, p. 92). A signaler comme *Appareils auxiliaires de sûreté.* Niveaux d'eau *Ashby* (American Machinist, 29 janvier 1891). *Fishburn* (Scientific american, 10 fév. 93, p. 101). *Mac Farlane et Barrett* (id., 6 juin 91, p. 355), Manomètres *Bristol.* (Engineering, 20 janvier 1893, p. 63). *Emery* (Brevet anglais, 2 776, de 1883). Robinets de jauge à poids *Universal Gauge Cock C°* (American Machinist, 8 mai 1890).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de section réglée par la vis H. Cette vis permet ainsi de régler la pression de la vapeur sous la gorge, et, par suite, l'allure de la soupape. Des lettres O

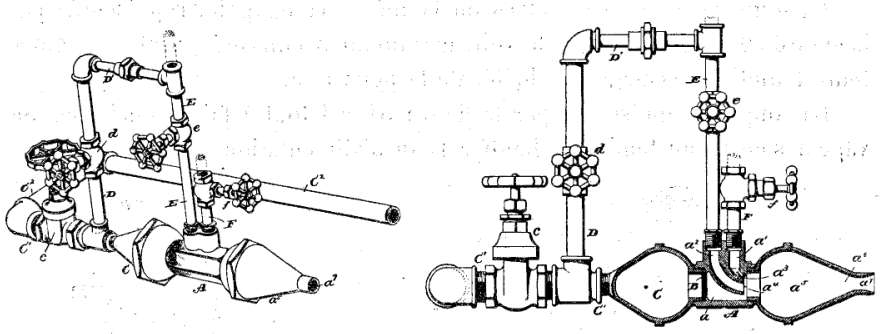


Fig. 46 et 47. — Brûleur *Claybourne*.

f, F, *a'*, admission du pétrole en a^3, autour de la vapeur admise, par E, *e*, a_2, en a_4 — *c*, C*r*, C*r*, C, admission de l'air comprimé et surchauffé en *a* au travers du filtre B — a^5, mélangeur vaporisateur, chauffé en partie par le foyer, d'où le mélange d'air de vapeur et de pétrole s'échappe et brûle sans bruit en a^1. — D*r*, *d*, D, chasse de vapeur, pour le nettoyage, après avoir fermé *e*.

et S, marquées sur la vis H, indiquent la rotation qu'il faut lui imprimer pour augmenter ou diminuer la sensibilité de la soupape. Enfin, chaque

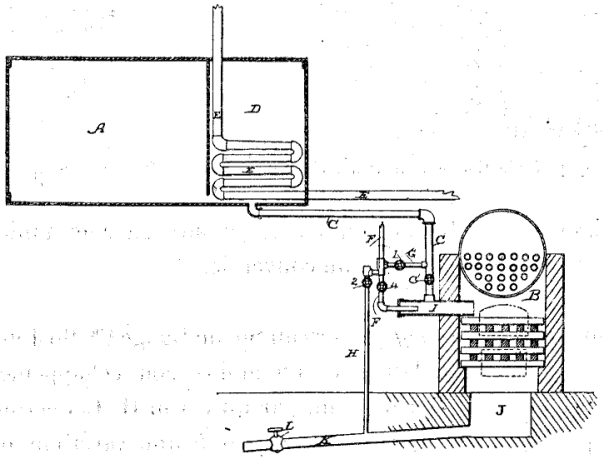


Fig. 48. — Foyer à résidus *Engle*.

A, réservoir chauffé en D E par la vapeur A de la chaudière B, d'où les résidus du pétrole vont, par C, C*r*, se brûler partie au tube I à injection de vapeur F_4, partie sur la grille, d'où les matières incombustibles s'évacuent par J, K, L — G et H, tubes à robinet 1 et 2, permettant de chauffer et de purger I et K.

fois que l'on perce dans la soupape, en I, un trou de 5 millimètres de diamètre, son retard augmente de $0^k,35$ par centimètre carré : en entendant par retard de la soupape la quantité dont elle laisse, en plein débit, la pres-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion dépasser celle du timbre. Une soupape de ce type, et de 100 millimètres de diamètre, coûte 350 francs.

La soupape pour locomotives de la même compagnie, représentée par la figure 50, est, comme on le voit, parfaitement enfermée, protégée contre toute tentative de calage, et abritée de la poussière.

La soupape représentée par la figure 51 est tout à fait silencieuse. Sa vapeur s'en va au tender réchauffer l'eau d'alimentation, mais sans que la

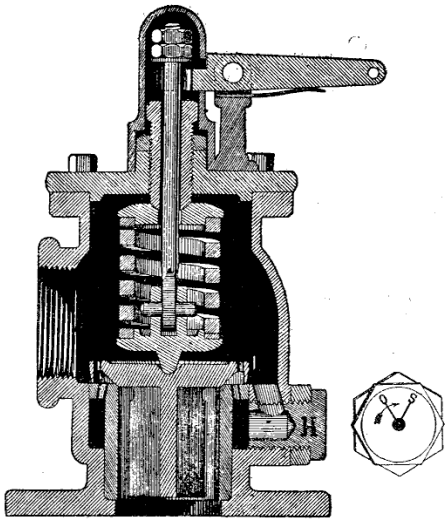


Fig. 49. — Soupape à réaction de la *Ashton Valve C°*.

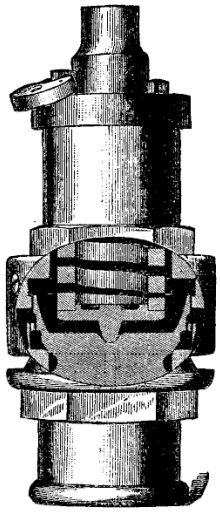


Fig. 50. — Soupape de locomotive *Ashton*.

pression puisse augmenter sur sa face, toujours en communication avec l'atmosphère par les trous 14 de son couvercle.

Dans la soupape de *Kinney* (American Steam Gauge C°, Boston) le réglage s'opère (fig. 53) en étranglant plus ou moins son échappement par un anneau J, que l'on monte ou descend par un écrou H. Cet écrou, à loquet O, est divisé par des encoches correspondant à une variation de pression d'une livre par pouce carré (0^k,07) en plus ou en moins, suivant le sens de la rotation de H. La soupape est surmontée d'un assourdisseur I, constitué par une cloche dont la vapeur ne peut s'échapper que par une série de petits trous, après avoir traversé des chicanes qui en réduisent la pression, et en éteignent plus ou moins le bruit (1).

(1) Id. Soupape Richardson. *Forney « Catechism of the Locomotive »*, p. 240, 46e édition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La soupape pour locomotive de la *Crosby Steam Gage and Valve C°* (Boston) est aussi (fig. 54) disposée de manière à amortir le bruit de la vapeur, qu'elle réduit en effet très notablement, sans entraîner de contre-pression sensible sur la soupape. Une soupape de 75 millimètres coûte 475 francs.

La soupape de la même compagnie, représentée par la figure 56, aussi pour locomotives, est à deux sièges plats : le grand, V, par laquelle la vapeur s'échappe directement dans l'atmosphère, et le petit, W, par où elle s'échappe au travers des orifices E, plus ou moins étranglés par l'anneau de réglage G,

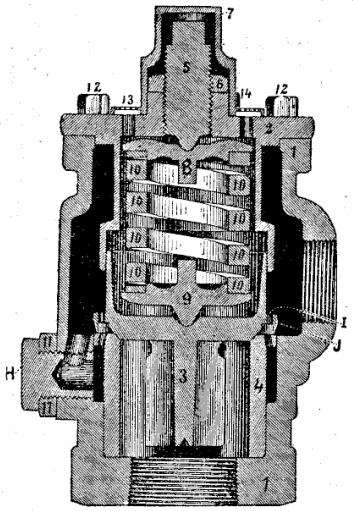


Fig. 51. — Soupape silencieuse *Ashton*.

5, vis, à contre-écrou 6, réglant, par 8, la charge du ressort 10, sur le pointeau 9 de la soupape 3. I, trous percés dans la soupape 3, correspondant à ceux J du siège. H, vis réglant l'échappement de la vapeur dérivée par I, J. 14, trous empêchant toute surpression sur la soupape.

de manière à exercer sur la soupape la poussée compensatrice. Cette poussée augmente, en effet, avec la levée de la soupape et la tension de son ressort. Les sièges V et W étant plats, il faut les roder, ainsi que ceux de la soupape, non pas l'un sur l'autre, mais séparément, sur un marbre bien dressé : ils tiennent, paraît-il, mieux et plus longtemps que les sièges coniques. Cette soupape, parfaitement étudiée, est très répandue aux États-Unis.

Il en est de même de la soupape pour chaudières fixes et marines représentée par la figure 57, que l'on peut ouvrir par sa tige A, et régler au moyen de l'écrou G, qui étrangle plus ou moins l'échappement de la vapeur par les trous verticaux percés dans le rebord F du siège. Ces soupapes sont établies

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'après le règlement de l'amirauté américaine, qui prescrit, pour les sièges, une inclinaison de 45°, et, comme section, au moins les 0,0035 de la surface de grille, ou un demi-pouce carré par pied carré de grille.

Les sièges de ces soupapes se font souvent en nickel très dur, peu oxydable, et qui résiste très longtemps. Une soupape de 50 millimètres coûte, avec siège en bronze, 150 francs, et 190 francs avec siège en nickel.

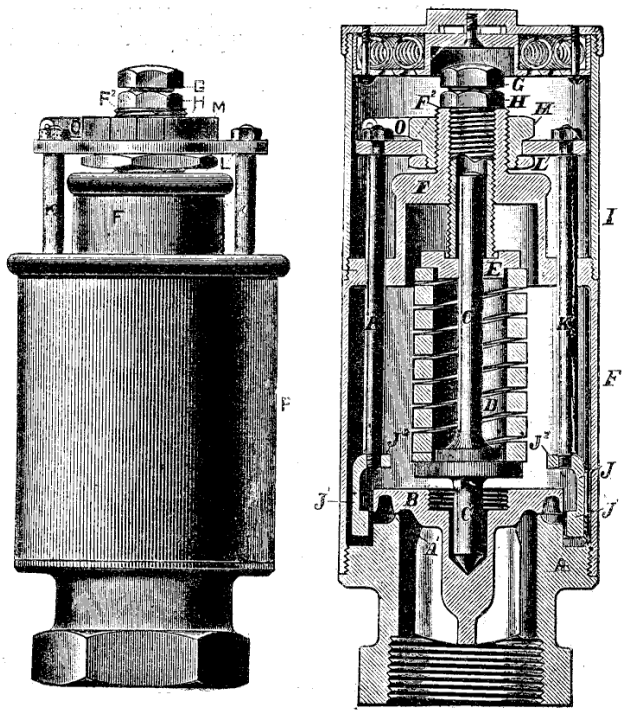


Fig. 52 et 53. — Soupape silencieuse réglable de *Kinney*.

F, I, cloche enveloppe en deux parties. G, vis à contre-écrou F², réglant par E la charge du ressort D sur le pointeau C' de la soupape B. H, écrou à loquet O, réglant par K la hauteur de l'anneau J par rapport au siège A'.

Les figures 58 à 60 représentent une paire de ces soupapes, avec manœuvre par un levier E, fou, sur son axe g, et qui entraîne simultanément ou l'une après l'autre, par les butées de ses taquets e^2 e^3 sur les cames $f_2 g_2$, les excentriques f_3 et g_3, qui soulèvent les soupapes normalement, et sans aucun coincement de leurs tiges, par les coulisseaux C c.

Le réglage de la soupape *Coale* s'opère (fig. 61) en tournant, par l'excentrique e, à carrelet E, l'anneau C, de manière à étrangler plus ou moins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

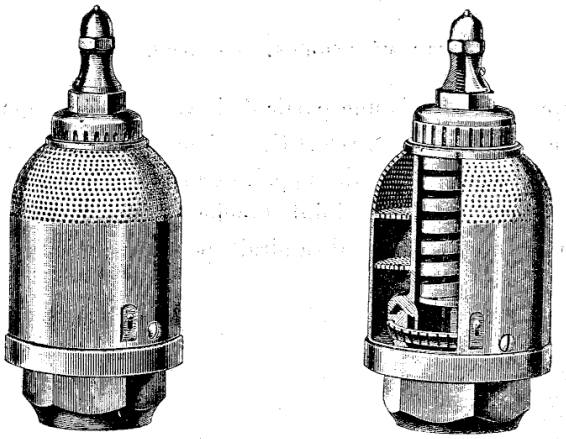


Fig. 54 et 55. — Soupape silencieuse de *Crosby*.

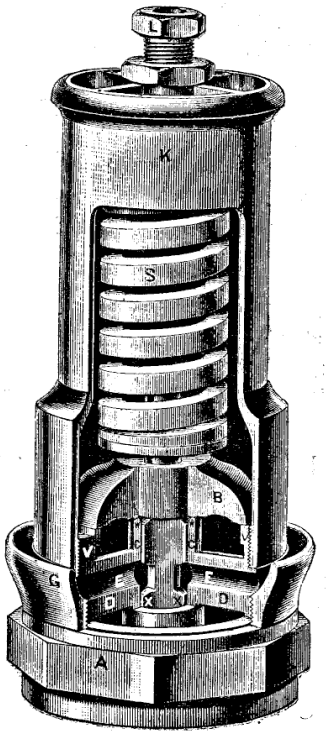


Fig. 56. — Soupape double de locomotive *Crosby*.

K, enveloppe de la soupape, à vis L, réglant la charge du ressort S .B. soupape, à guides C et X, et à deux sièges, V et W, dont le petit, W, laisse la vapeur s'échapper, par E, sur l'anneau G, qui en règle la réaction.

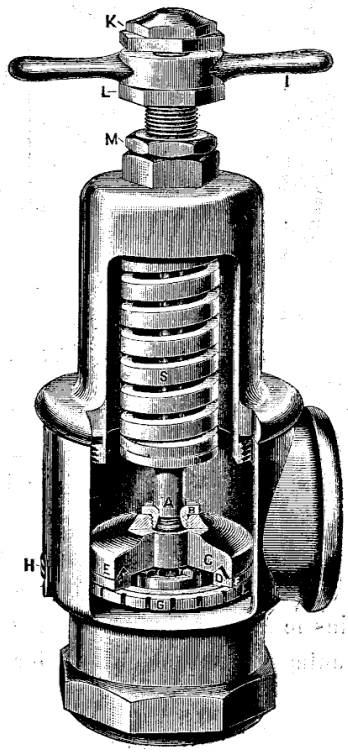


Fig. 57. — Soupape marine *Crosby*.

A, tige ayant un petit jeu vertical dans son écrou B, chargée par le ressort S, réglé en M, et qui permet d'essayer la soupape par le levier I. C, soupape à siège à 45 degrés D, avec rebord F, percé de trous correspondant plus ou moins avec ceux de l'écrou crénelé G.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les orifices a_4 c, par lesquels une partie de la vapeur s'échappe de la gorge x. La soupape, chargée par un ressort G, à réglage g, est manœuvrée par une tige h, avec levier H et ressort de rappel. Le bruit de la vapeur est étouffé en z et I, et la soupape fait, en b_2', joint étanche sur son enveloppe A_3. C'est un frottement sujet à s'encrasser : il vaudrait, peut-être, mieux tolérer une cer-

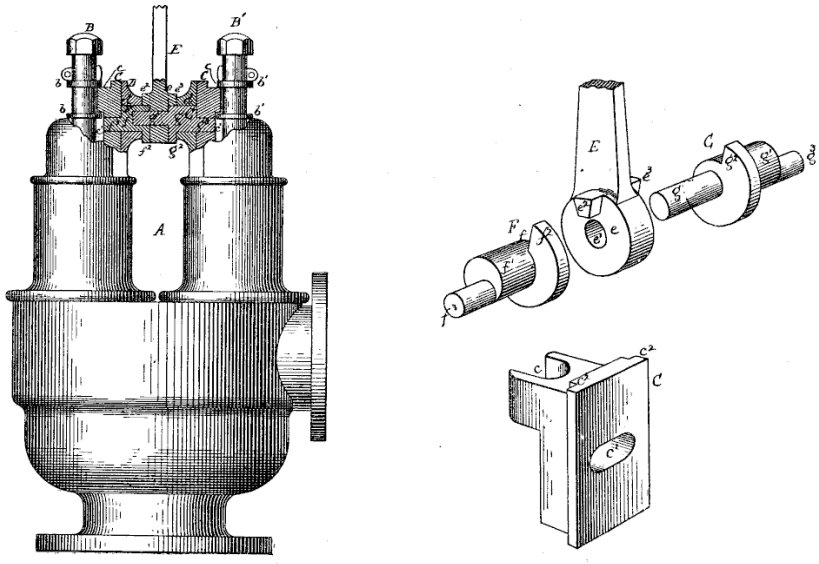


Fig. 58 à 60. — Soupape *Meady-Crosby*.

E, e, e', levier fou sur g, avec taquets e^2 e^3, que l'on peut faire agir isolément ou simultanément sur les cames f_2 et g_2 des manchons F f et C g', dont les excentriques f_3 et g_3 soulèvent, en c', les glissières C, c, c_2, enmanchées par c, sur les tiges B et B′ des soupapes.

taine fuite, qui s'évacuerait par des trous au haut de A_3, de manière à éviter toute contre-pression.

Je rappellerai enfin la soupape de *Richardson* déjà ancienne et fort répandue aux États-Unis, dont le réglage s'opère (fig. 64) en vissant plus ou moins le bord c' de la gorge, à vis de fixation KL, réglage qui présente l'avantage de ne pouvoir être dérangé sans que l'on s'en aperçoive (1).

---

(1) Voir aussi les soupapes américaines de *Aschroft Pearson, Nicholson.* (Gustave Richard, La « Chaudière locomotive », p. 273, 280 et 286.) *Hill. Kunkle.* (Scientific American, 26 juin 1886, p. 402, 9 juillet 1892, p. 18). *Lonergan et Lynde* (American Machinist, 25 déc. 1886, 27 août 1891), *Felk-Frazier* (American Journal of Railway Appliances, 1er avril 1885, p. 164).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les injecteurs. — *L'injecteur aouble* aspirant de *Hancock* (1) est l'un des plus répandus aux États-Unis ; son fonctionnement est le suivant : par un seul grand levier ac (fig. 66), pivoté en b, et qui commande deux autres leviers, pivotés en h et en d.

Quand le grand levier occupe la position $a\ c$, comme en figure 65, le

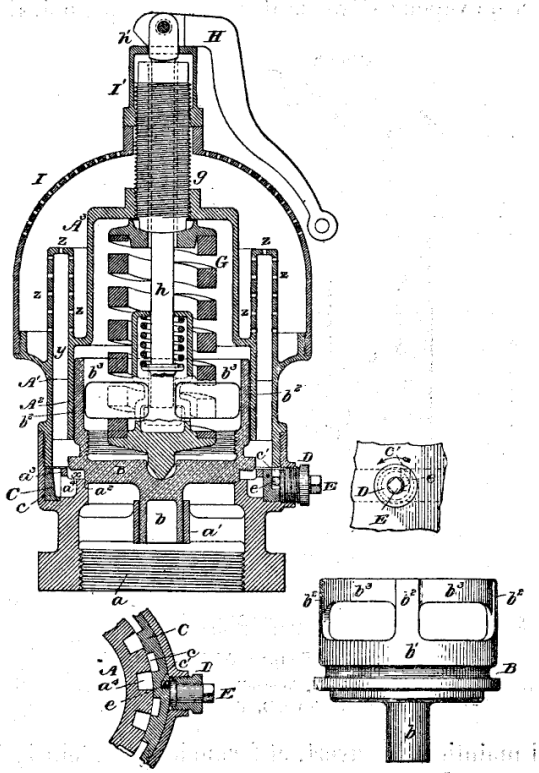


Fig. 61 à 63. — Soupape *Coale*. — Coupe verticale diamétrale; détails du régulateur et de la soupape B.

B b', soupape à gorge x, guidée en $a'\ b$ et en b_2. E, carrelet d'un excentrique e, qui fait pivoter l'anneau C, en c de manière à régler l'échappement de la vapeur sous la gorge par les ouvertures a_4 a_3 et la réaction de la soupape. A_2 A' y, capacité annulaire, par où la vapeur s'échappe par les trous 22, puis par les trous I. g, tige de réglage du ressort G de la tige h. H h', levier du manœuvre de la tige h.

tiroir F ferme les deux orifices de vapeur j et k. Lorsqu'on le tourne de droite à gauche, de la position $a\ c$ vers $a'\ c'$, le tiroir F commence par ouvrir l'admission de vapeur j, en même temps que les deux soupapes de trop-plein I et J. La vapeur ainsi admise aspire, par D E M, l'eau de B, et s'échappe

(1) *Gustave Richard*, « La Chaudière locomotive », p. 397.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec elle par les trop-pleins I et J. Une fois ce courant d'eau établi, on continue à pousser le levier $a\,c$ vers la droite, de manière qu'il ferme la soupape I; de sorte que l'eau, qui continue à être aspirée par B, monte jusqu'au niveau du convergent H; après quoi, le levier $a\,c$ arrivant en $a'\,c'$, ouvre l'admission de vapeur k au refoulement Q G, ce qui remplit la chambre S d'un mélange d'eau et de vapeur s'évacuant par le trop-plein J. Enfin, quand $a\,c$

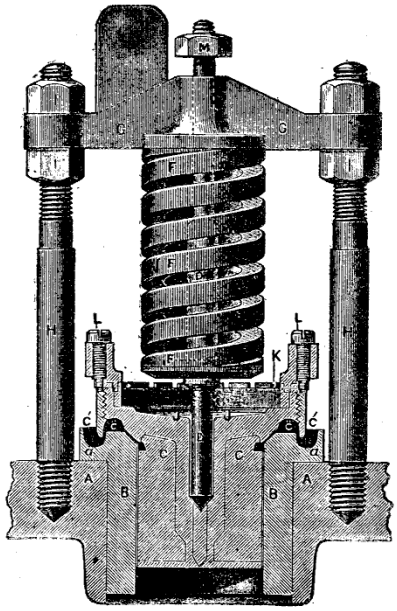


Fig. 64. — Soupape *Richardson*.

C, soupape à gorge G, avec bord C*r*, fileté et crénelé, de manière à pouvoir être exactement réglé par la prise des vis L dans ses crénaux B, siège à gorge fixe *a*.

arrive en $a'\,c'$, il maintient K ouvert, et ferme le trop-plein J, de sorte que le refoulement s'opère à la chaudière par le clapet C.

On reconnaît facilement sur l'injecteur *Park et Witkinson*, représenté par les figures 67 à 70, les principales particularités du type précédent, notamment les tubes convergents d'aspiration a^{9} et de refoulement b_{21}.

Dans la position (fig. 70) l'admission de vapeur a est tout à fait fermée.

Pour amorcer l'injecteur, on tourne le levier d_3 dans le sens de la flèche 20, de manière à ouvrir d'abord la petite soupape d'amorçage b_4 située (fig. 67) à l'intérieur de la grande soupape b, de sorte que la vapeur passe à l'aspiration a par les trous b_2 b_{14} et la chambre a_{26}. De là, cette vapeur passe à la chambre intermédiaire a^{12}, d'où elle se rend à la chambre b_{22}, partie par la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soupape c', qu'elle ouvre automatiquement, partie par le refoulement b_{21} ; puis elle s'évacue définitivement de b_{22} dans l'atmosphère par la soupape c_{15} b_{24}, alors ouverte par son levier, au travers de la chambre b_{25} et du trop-plein b_{26}. Par cette opération, la vapeur chasse l'air de l'injecteur, et aspire l'eau de a' en a_{12}. Une fois le courant d'aspiration ainsi établi, on ouvre la grande soupape de

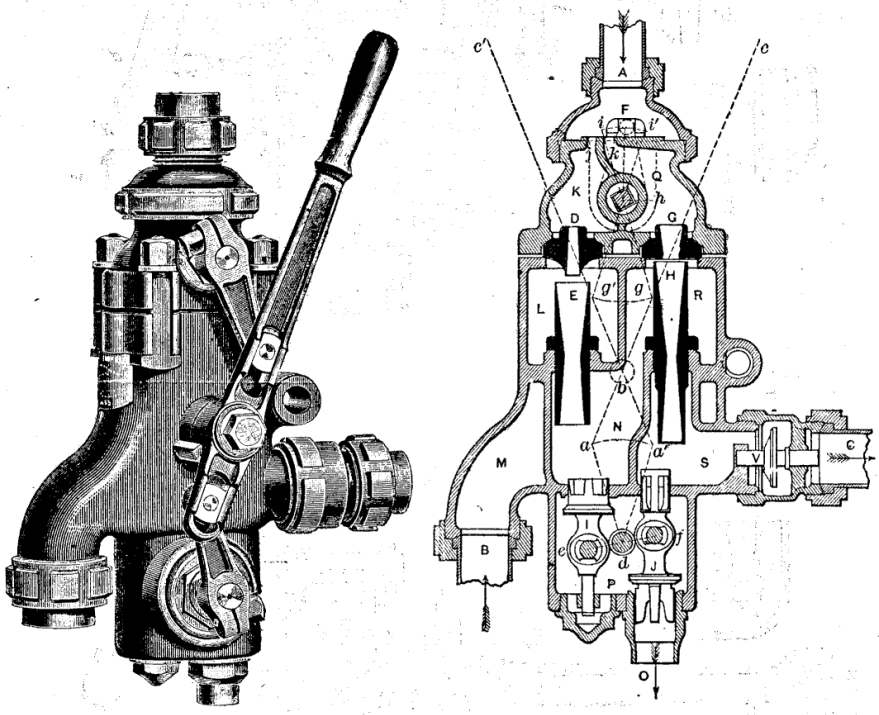


Fig. 65 et 66. — Injecteur double *Hancock*.

A, admission de la vapeur. B, M, L, aspiration de l'eau. O, trop-plein. C, refoulement à la chaudière c a, levier pivoté en b, et articulé aux leviers (a d) et (g h i) pivotés en d et en h. F, tiroir mené par le bras k, calé sur h et permettant d'admettre la vapeur entre K, D, E, puis en K et en Q, G, H. — N, R, chambre intermédiaire entre L et la chambre de refoulement S. I et J, soupapes intermédiaire et de trop-plein, conjuguées par le balancier e d f. V, clapet de retenue.

vapeur b, puis la soupape b_{15}, qui, grâce à la forme b_{19} de ses ailes (fig. 67), admet graduellement la vapeur au tube de refoulement b_{20}, qui prend l'eau de la chambre intermédiaire a_{12}, et la refoule en b_{21}, d'où elle s'échappe, comme précédemment, au trop-plein b_{26}.

Le levier d_2 continuant toujours son mouvement, ferme alors la soupape c_{15}, de manière à déterminer en b_{22} une surpression suffisante, sur a_{12}, pour fermer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

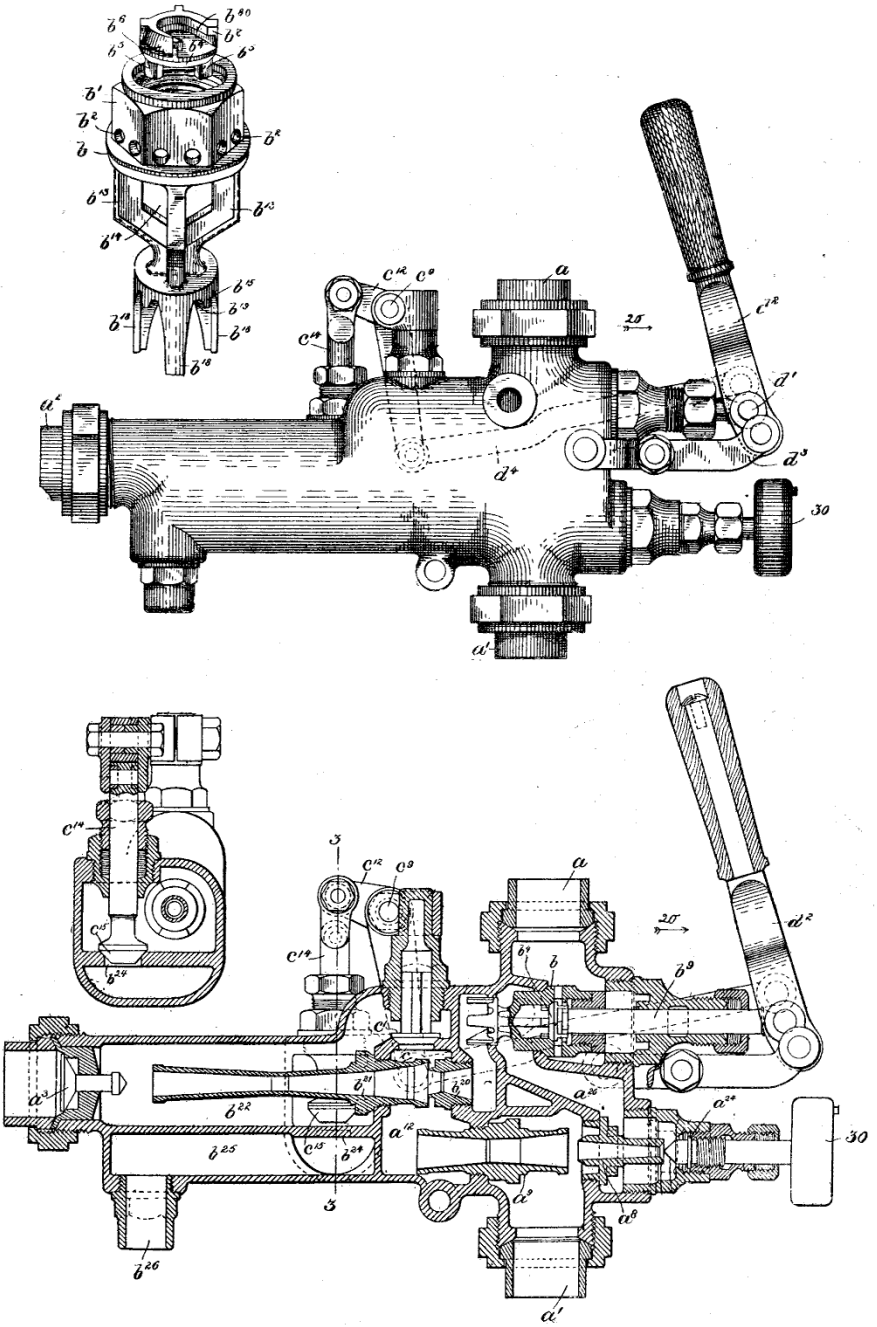


Fig. 67 à 70. — Injecteur double *Park et Williston*. Détail de la triple soupape. Élévation. Coupe 3-3, et coupe longitudinale.

d_2 d_3, levier manœuvrant, par d', la tige b^9 de la triple soupape b, b_5, b_{18}, en même temps que, par (d_4, c^9, c_{12}, c_{14}), la soupape c_{13} du trop-plein b_{25} b_{26}. a, admission de vapeur en a_{26}. — a_{24}, 30, pointeau d'amorçage en a_9, a_{12}. — a', aspiration de l'eau. a_3, clapet de retenue. b_5, petite soupape, accrochée à b_9 en b_7 b_{20}, avec siège b_6 b_4, dans la grande soupape b, à trous b_2, siège b', guides b_{13}, lumières b_{14}, prolongée par une troisième soupape b_{18}, à guides b_{18}, et ouvertures graduées b_{19}.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la soupape automatique c'; puis c_{15} se ferme complètement, en même temps que b et b_{15} achèvent de s'ouvrir en grand, et de refouler le jet dans la chaudière par le clapet a_3. Pendant ce refoulement, l'impulsion du jet maintient en b_{22} une pression supérieure à celle de la chaudière, de sorte que la soupape c' reste automatiquement fermée. En outre, la position de cette soupape est telle que l'eau refoulée en a_{12} par l'aspirant a_8 noie l'entrée du tube de refoulement b_{21} avant d'atteindre le siège c, de sorte que la vapeur se trouve

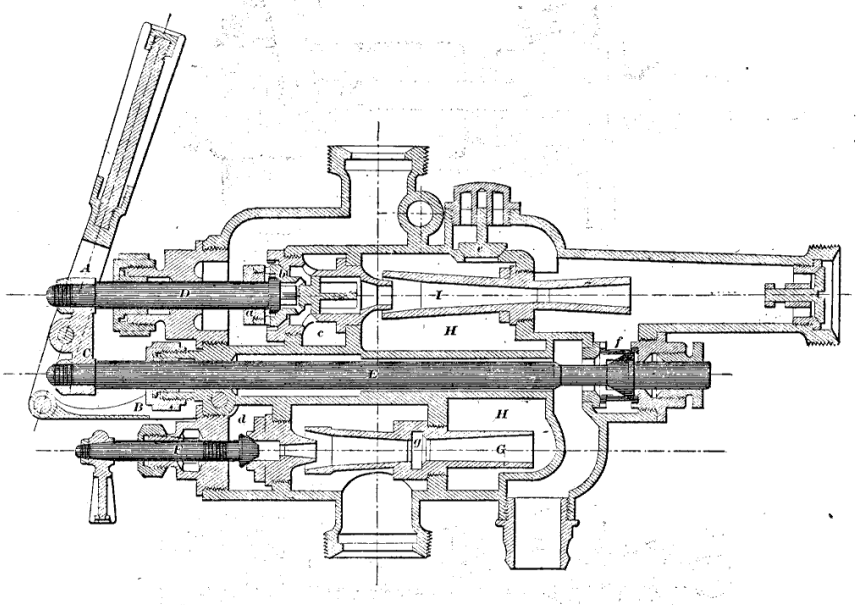


Fig. 71. — Injecteur double *Derby*.

A, levier manœuvrant simultanément, par C, la soupape d'admission de vapeur *b*, à tige D, et la soupape de trop-plein *f*, à tige E. — F, soupape régulative. — *e*, soupape automatique d'amorçage. *c d*, chambre d'admission de la vapeur en G. H, chambre de refoulement. I, tube de refoulement. G, tube d'aspiration, avec trous régulateurs en *g*.

en pleine eau dès son admission à b_{21} : c'est une particularité intéressante, qui assure l'amorçage rapide de cet injecteur.

On retrouve (fig. 71) la soupape d'amorçage dans l'injecteur double de *J. Derby*, type Metropolitan, construit par la Hayden and Derby Manufacturing C°, de New-York.

Pour amorcer l'injecteur, on tire le levier A vers la gauche, jusqu'à ouvrir seulement la soupape d'amorçage *b*, par sa tige D, mais sans fermer la soupape de trop-plein *f*, solidaire de D, par C. E.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La vapeur ainsi admise en *c* et en *d* passe, au travers du régulateur F, au tube aspirant, et l'eau, ainsi aspirée, puis refoulée en H par G, passe au trop-plein par *e f*. Une fois l'amorçage bien établi, la continuation du mouve-

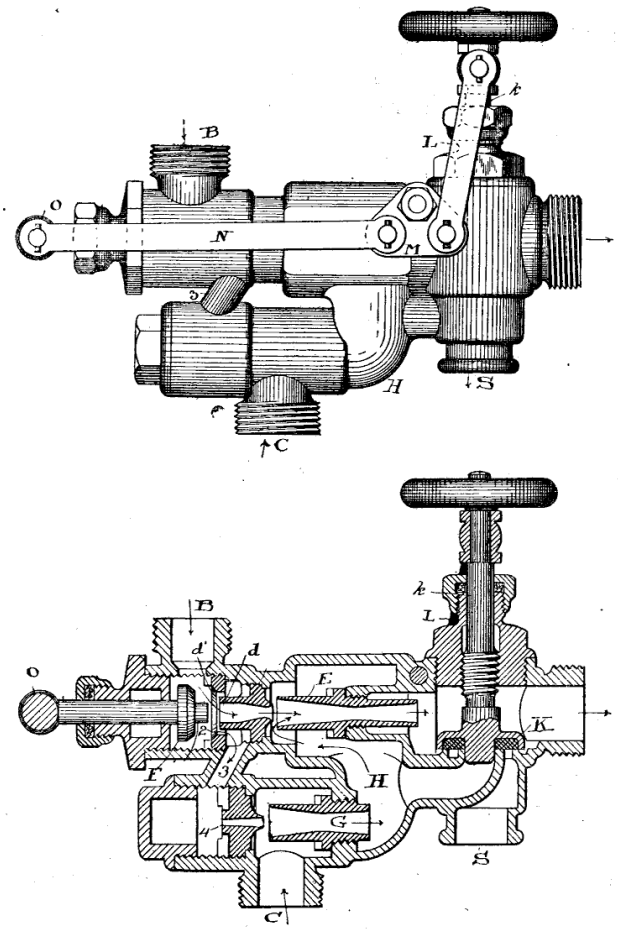


Fig. 72 et 73. — Injecteur double *Laux*.

k, tige manœuvrant simultanément, par L, M, N, O, la soupape de trop-plein K et la soupape F, 2, d'admission de vapeur en E, suivant B, *d'*, *d*. 3, 4, G. — H, amorçage et aspiration par C. S, trop-plein.

ment de A ouvre l'admission de la vapeur au tube refoulant I, la soupape *e* se fermant automatiquement, comme *c'* en fig. 70, et *f* se fermant par C E.

Le tube d'aspiration G est percé, en *g*, de trous qui laissent, aux basses pressions, l'excédent de l'eau aspirée retourner à l'aspiration, tandis qu'ils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

augmentent, au contraire, l'aspiration d'eau aux hautes pressions. Aux pressions normales, pour lesquelles on a établi l'injecteur, ces trous ne jouent

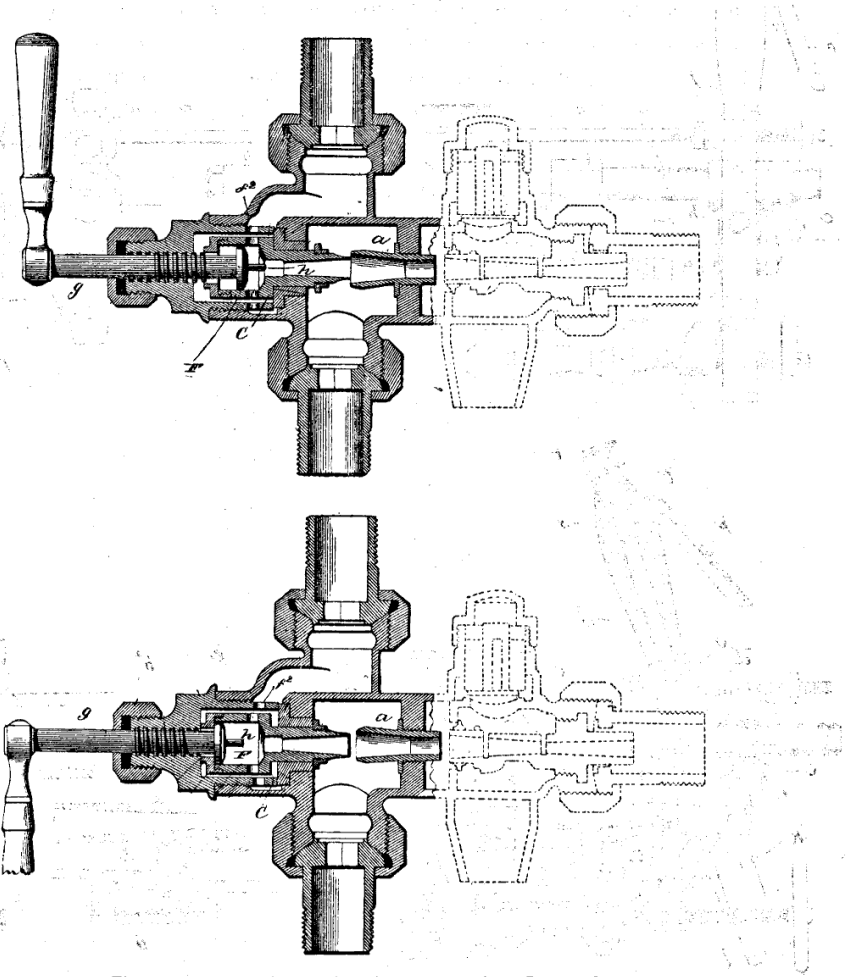


Fig. 74 et 75. — Injecteur à réglage automatique *Desmond*.

C, lanterne, avec ajutage d'aspiration *h*, où la vapeur arrive, quand la soupape F est ouverte par *g*, au travers des trous f_2, et reste lorsqu'on marche à haute pression, appliquée, par cette pression, dans la position fig. 74, où elle étrangle le plus possible l'entrée de l'eau en *a*.

aucun rôle ; mais ils permettent, comme on le voit, d'augmenter l'élasticité de son fonctionnement.

Cet injecteur fonctionne sur un grand nombre de locomotives, notamment sur des compound, à des pressions allant jusqu'à 15 atmosphères.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

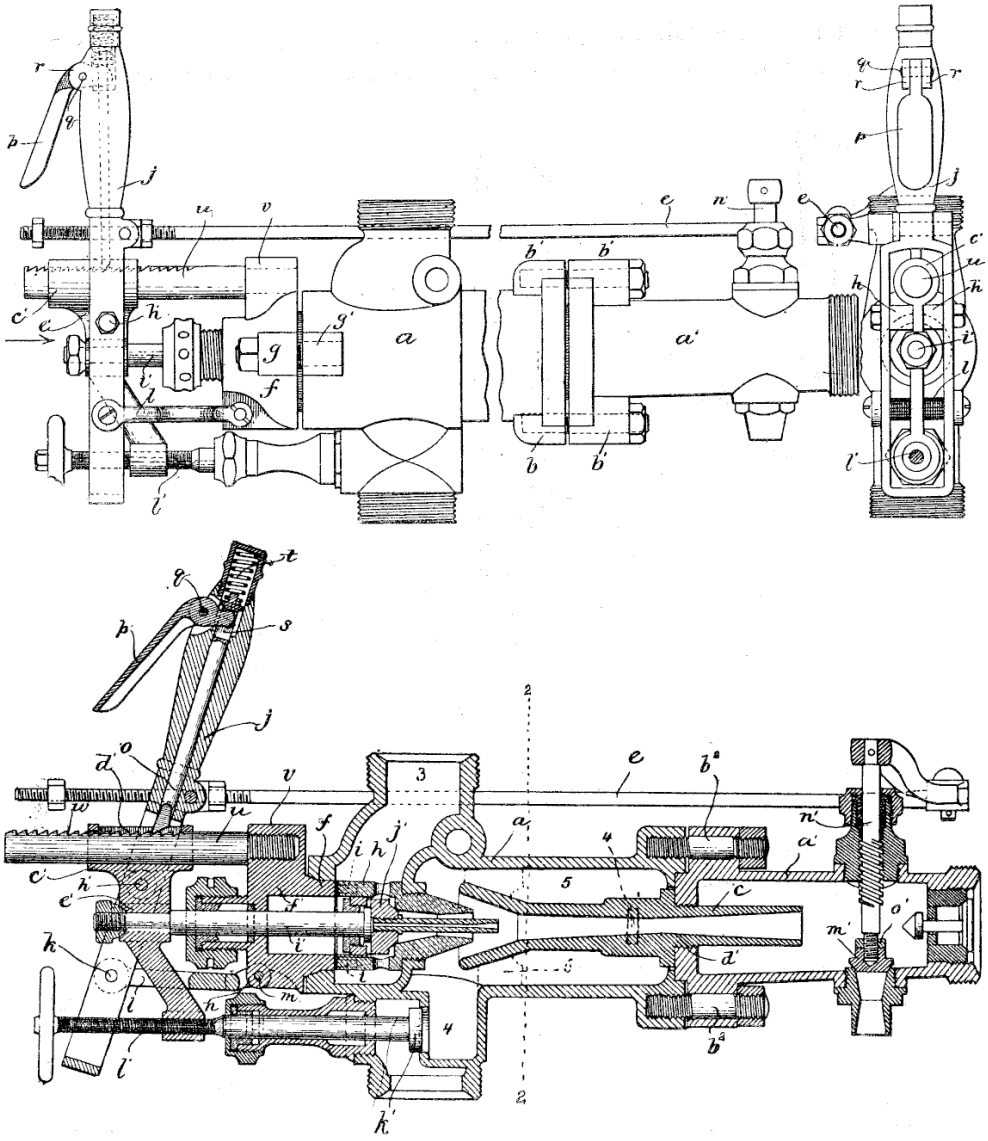


Fig. 76 à 78. — Injecteur *Dodge*.

j, levier articulé en *k*, sur la bielle *l n m*, et que l'on peut fixer sur la crémaillière *d w*, de *u*, par le cliquet, *p q s o*, à ressort *t*. — *c' e' h*, glissière de *u*, articulée à *j*, en *h*, de manière que *j* manœuvre à la fois; par *i*, la soupape d'admission de vapeur *j'*; par *l*, la soupape d'aspiration d'eau 4; par *e* et ses tocs, la soupape de trop-plein *m'*, filetée en *o'*, sur sa tige *n'*, de façon à pouvoir facilement se régler et rattraper son usure. — *l'*, vis permettant de régler la soupape *k'*. *g*, *g'*, *b*, *b'*, boulons assemblant les trois parties *a*, *a'* et *f*, de l'injecteur. 3, admission de la vapeur au cône *h*, percé d'alvéoles *i*, permettant de le dévisser de *a*, au moyen d'une clef. — 4, 5, chambre d'aspiration.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'injecteur double de *Laux* est (fig. 72) remarquable par sa grande simplicité. Dans l'état figuré, l'injecteur est représenté en pleine marche, avec son trop-plein K fermé, et la vapeur, admise en B, se bifurquant au refoulement, par E, et à l'aspiration *c* par 3, 4, G. Lorsqu'on amorce l'injecteur avec K ouvert, l'abaissement de K par *k* commence, avant de fermer le trop-plein, par ouvrir un peu, par L, M, N, O, la soupape de vapeur F, sans sortir sa

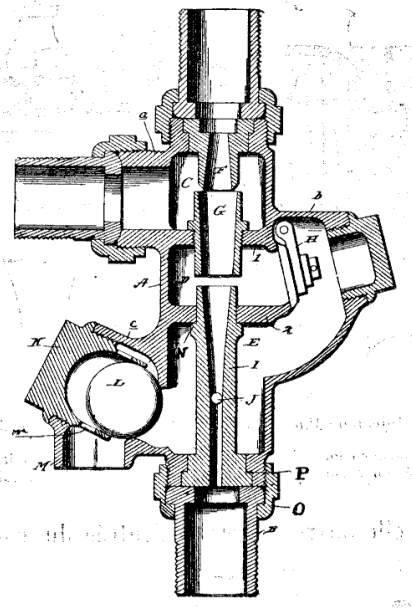


Fig. 79. — Injecteur *Penberthy*.

a, aspiration de l'eau en C. — F, admission de la vapeur en G. H, clapet de trop-plein. I, soupape du trop-plein M, empêchant toute rentrée d'air, et accessible en dévissant le bouchon K. *m. c.* — I, tube de refoulement, à trou d'amorçage J, serré par O, P, sur la cloison élastique 2.

tête 2 de *d'*, de manière à admettre un peu de vapeur en G et en H; puis, une fois l'amorçage fait, on ouvre en grand F, et l'on ferme K, comme sur la figure.

L'injecteur simple de M. *Desmond*, construit par la Hayden and Hardy C°, est (fig. 74) pourvu d'un dispositif lui permettant de fonctionner à volonté à haute ou à basse pression. Ce dispositif consiste en une pièce C, avec ajutage divergent d'aspiration *h*, où la vapeur arrive, quand la soupape F est ouverte par les trous f_2 (fig. 75). Lorsqu'on marche à haute pression, cette pièce occupe la position indiquée en (fig. 74), où elle reste appliquée par la pression de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la vapeur, et où elle étrangle le plus possible l'entrée de l'eau dans le convergent *a*. Quand on marche à basse pression, la pièce C occupe, au contraire, la

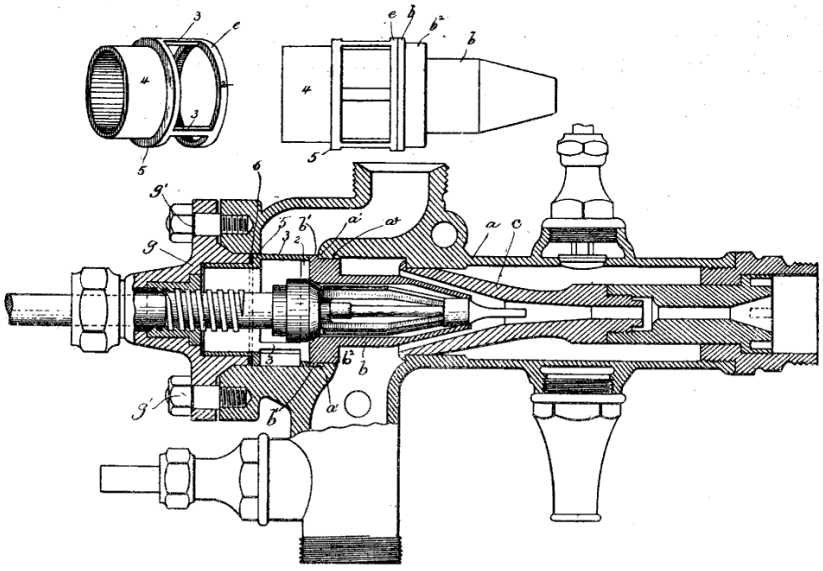


Fig. 80 à 82. — Injecteur *Mack*. Ensemble. Détail du cône *b* et de sa lanterne *e*.

b, cône d'admission de vapeur emmanché dans *a'* par a_2 *b'*, maintenu par la lanterne 4. *e*, évidée en 3, appuyée en 2, sur *b'*, et pressée en 5, par le joint 6 de la culasse *g*.

position fig. 75, où elle ouvre en grand l'entrée du convergent *a*. Le rôle

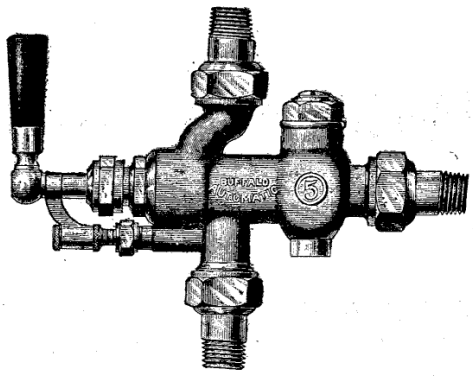


Fig. 83. — Injecteur *Hart*.

du régulateur C rappelle, comme on le voit, celui du piston automatique de l'injecteur *Sellers*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'injecteur de *Dodge* rappelle (fig. 76) par son aspect extérieur celui de Sellers. Il est divisé en trois pièces a', a et f, réunies par des boulons b' b', $g'g'$,

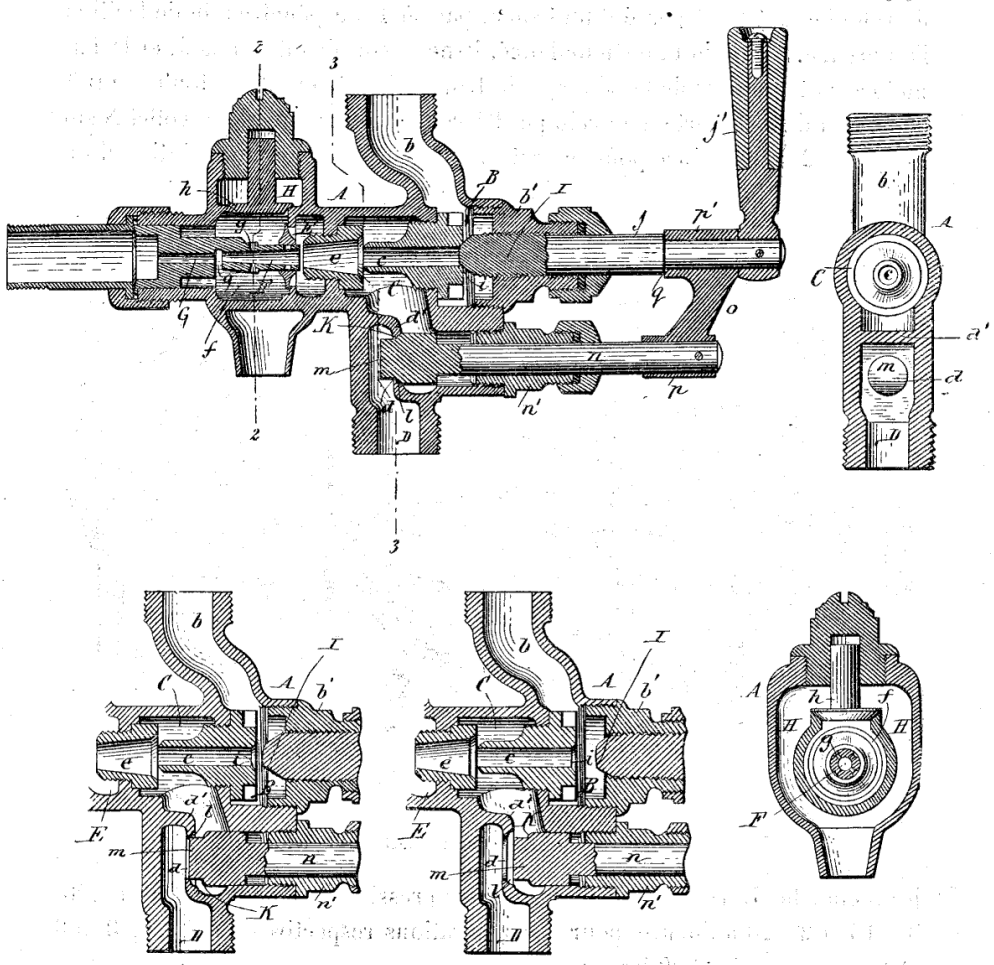


Fig. 84 à 88. — Injecteur *Hart*. Coupe longitudinale. Coupes 3-3 et 2-2. Détail du fonctionnement.

b B, admission de vapeur — D, aspiration d'eau. D, *h*, soupape de trop-plein. *j'*, manette pivotée en *p'*, filetée en *b'*, commandant par *i e'*, admission de vapeur et, par (*q*, *o*, *p*, *n*, K) l'admission d'eau. *m*, prolongement de K, permettant d'ouvrir graduellement l'admission *d d' l*, de l'eau — *c*, tube de vapeur, à cône *e* — F, tube de refoulement, avec orifices de trop-plein *g g*.

qu'il suffit de défaire pour avoir accès à toutes les pièces intérieures. Son fonctionnement, qui n'a rien de bien particulier, s'explique par les légendes des figures 76 à 78.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'injecteur représenté par la fig. 79, construit par la *Penberthy Injector C°*, de Detroit, est remarquable par sa grande simplicité. Son ajutage de refoulement I est percé d'un trou J, par où l'eau pénètre afin de faciliter l'amorçage. Une fois l'injecteur lancé, il ne passe plus d'eau en J, et la fermeture automatique de la soupape de trop-plein L y empêche toute rentrée d'air. Le tube I est fortement calé par l'écrou O, qui en appuie le collet N sur la cloison 2, assez mince pour se prêter, par son élasticité, au maintien d'un

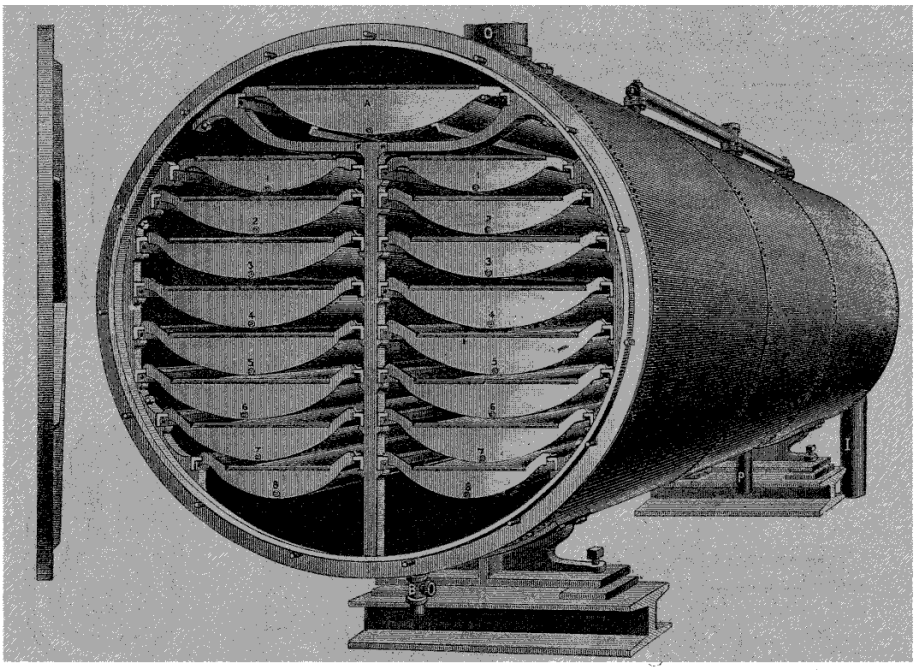


Fig. 89 et 90. — Réchauffeur détartreur *Hopes*.

joint étanche. Le type DD. débite, sous une pression de vapeur de $5^{k},6$, $4^{m3},20$, $3^{m3},13$ et $2^{m3},20$ à l'heure, pour des aspirations respectives de $1^{m},20$, $3^{m},60$ et 6 mètres : prix, 300 francs.

L'injecteur de *Mack*, construit par la *National Tube Works C°* (Boston), également très simple, (fig. 80) est l'un des plus usités sur les locomotives américaines. Il suffit d'enlever la culasse *g* pour avoir dans la main toutes les pièces de l'injecteur.

Le fonctionnement de l'injecteur de *Hart*, construit par la *Sherwood Manufacturing C°*, de Buffalo, est (fig. 83 à 88) excessivement simple.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quand on tourne la manette j', pour amorcer l'injecteur, on ouvre d'abord (fig. 86) seulement l'admission de vapeur i : celle, m, de l'eau restant fermée; puis cette aspiration s'ouvre graduellement, à mesure que l'admission de vapeur se fait plus en grand, jusqu'à la pleine admission (fig. 87). On diminue ainsi, comme on le sait, notablement les crachements ou pertes par le trop-plein pendant l'amorçage. L'injecteur n° 15, qui débite $4^{m3},20$, par heure coûte 300 francs; le n° 23 débite $12^{m3},700$ (prix 450 fr.). Ces injecteurs fonc-

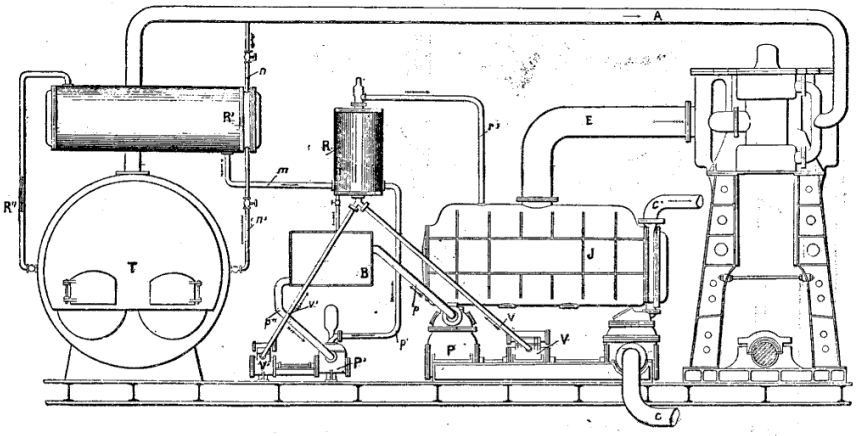


Fig. 91. — Réchauffeur *Peck Wheeler*.

E, échappement de la machine au condenseur à surfaces, J — P V, pompe à air et à circulation, dont la vapeur s'échappe par v en R, et dont l'eau est refoulée par p dans la bache B. V′ P′, pompe alimentaire aspirant l'eau de B, par p'', et la refoulant par p', en R, d'où elle passe, par m, en R′. n, tuyau amenant, de A, la vapeur de la chaudière T en R′, d'où sa condensation retourne en T, par n' — R″, refoulement de l'eau de R′ en T. C, aspiration de l'eau de circulation.

tionnent à des pressions variant de 3 à 10 atmosphères, avec une aspiration de $4^{m},50$. Les injecteurs analogues, du type B, fonctionnent jusqu'à 14 atmosphères, avec des aspirations de $7^{m},20$, et de l'eau à 70°. Ils sont construits à Londres par Green et Boulding (1).

Les **réchauffeurs d'alimentation** employés aux États-Unis sont, pour la plupart, soit tubulaires, et sans particularités bien nouvelles (2), soit dérivés

(1) Voir aussi les injecteurs américains de *Hunt. Jenks. Park. Rue. Sam. Sellers.* (*Gustave Richard* « La chaudière Locomotive », p. 384). *Calvin* (American Journal of Railway Appliances, 30 août 1884). *Hall. Jenks* (American machinist, 30 août, 31 janvier 1885).

(2) *Goubert, Otis* (American Machinist, 16 janvier, 11 déc. 1886). *Wainwright* (Appleton's

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus ou moins directement du réchauffeur purificateur ou détartreur de *Schau* (1) dans lequel l'eau, réchauffée d'abord par la vapeur d'échappement, puis par la vapeur vive de la chaudière, dépose ses principales impuretés calcaires sur des plateaux ou dans des poches de dépôt convenablement

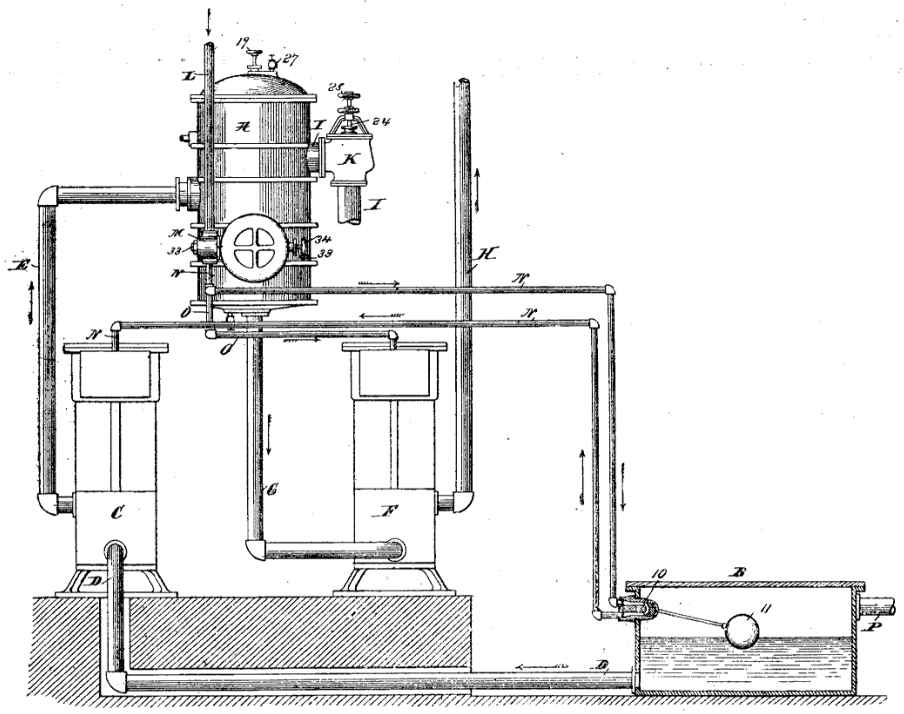


Fig. 92. — Réchauffeur *Worthington*. Ensemble de l'installation.

A, réchauffeur détaillé en (fig. 93 à 102) C, pompe aspirant par D l'eau de la bache du condenseur B, la refoulant, par E, au réchauffeur A, et recevant sa vapeur motrice du tuyau N, par la valve régulatrice 10, commandée par le flotteur 11 de B — F, pompe alimentaire aspirant l'eau de A, par G, la refoulant à la chaudière par H, et recevant sa vapeur par L. N et le robinet *a* (fig. 93).

disposés, et passe à la chaudière presque toujours après avoir été, en plus, filtrée, par exemple, sur un lit de coke (3).

L'un des plus employés parmi ces appareils est celui de la *Hopes Manufacturing C°*, représenté par la figure 89. La vapeur d'échappement, admise

Cyclopedia. Suppl. p. 444). *Warner* (American Engineer, 21 déc. 1885, p. 276, 244). *Whellock* (Electrical World, 1er avril 1893, p. 352).

(1) *Adrian Brick Mach. C°* (American Machinist, 28 juillet 1888). *Winton* (Am. journal of Ry. Appliances, 15 mai 1884). *Bell* (Scientific. American, 31 mars 1894, p. 197.)

(2) *Cochrane* (American Machinist, 22 fév. 94).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en I, sort par O, après avoir réchauffé l'eau d'alimentation, qui, admise par le haut de l'appareil, dans le grand plateau supérieur A, se déverse, des bords de ce plateau, sur deux rangées d'auges analogues, pour s'échapper ensuite par P, et passer à un second appareil analogue plus petit, où elle est chauffée par la vapeur vive de la chaudière : elle pénètre enfin dans la chaudière même, après s'être débarrassée de son huile par filtration. Les plateaux A sont

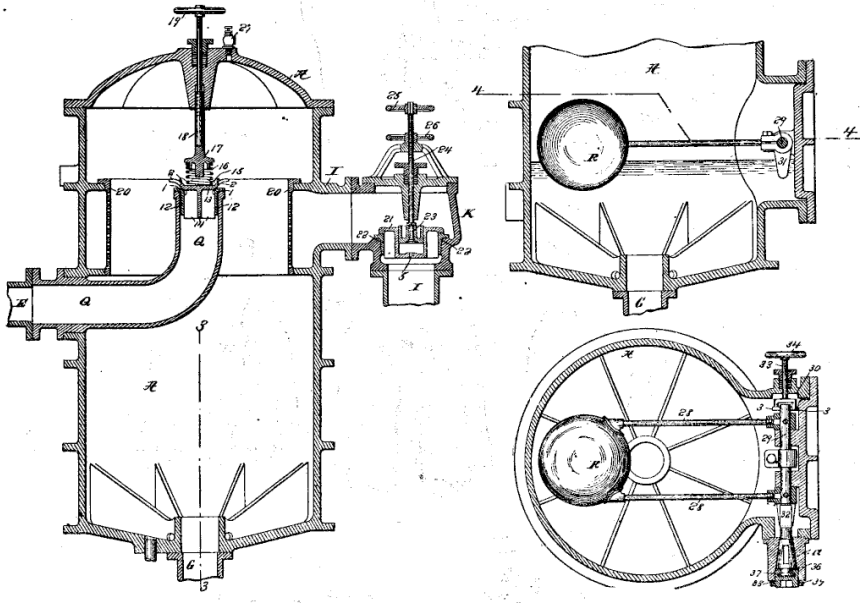


Fig. 93 à 95. — Réchauffeur *Worthington*. Coupe médiane. Coupes 3-3 et 4-4.

E Q, refoulement de l'eau de la bache B (fig. 92), par la pompe du réchauffeur C, au travers de la soupape 13 (fig. 101) dans le réchauffeur A. G, aspiration de la pompe alimentaire F (fig. 92). I, admission de la vapeur d'échappement au travers de la soupape 21. 23, à das-pot, 23. 5, réglable par la tige filetée 24, à manette 25 et contre-écrou 26, R, flotteur, à bras 28, commandant, par 29. 32, le robinet *a* (fig. 96 à 102), et pouvant être commandée à la main par 34...3

faciles à retirer pour leur nettoyage, et la vapeur ne subit aucune contre-pression du fait de son passage au travers du réchauffeur.

Dans le système de *Peck Wheeler* (fig. 91), l'eau provenant de la condensation de la vapeur dans le condenseur à surface J est aspirée, de la bâche B de ce condenseur, à la température de 50°, puis refoulée au réchauffeur R, où elle est portée à 90° par la vapeur d'échappement des pompes *v* et *v'*, et d'où elle passe au réchauffeur R', qui la porte presque à la température de la chaudière, par la vapeur vive de cette chaudière. On obtiendrait ainsi, en outre d'une plus grande durée des chaudières, moins fatiguées par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les dilatations et les dépôts, une économie de combustible qui varierait, suivant les cas, de 6 à 10 p. 100, et une augmentation de 15 à 20 p. 100 dans la puissance de vaporisation de la chaudière.

La disposition d'ensemble des réchauffeurs *Worthington* est facile à saisir

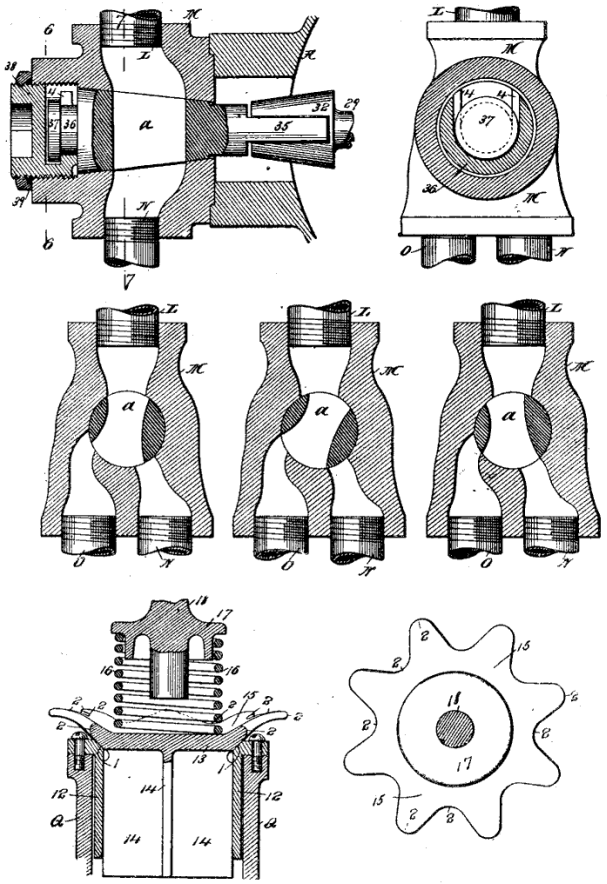


Fig. 96 à 102. Réchauffeur *Worthington*. — Détail du robinet *a* (fig. 93). Coupes 6-6 et 7-7 et de la soupape 13.

a, robinet commandé, de 29, 32, 35, par le flotteur R (fig. 94), avec rattrapage d'usure et bouchon de visite en 38, 39, 36, 37, et taquet de réglage 4 — 13, soupape, à guides 12. 14, avec pulvérisateur étoilé 15. 2, et ressort 16, dont la charge est réglée, de la manette 19, par la tige 18.

sur le schéma fig. 92. L'eau aspirée du réservoir B, qui peut être la bache du condenseur, par la pompe C, est refoulée au réchauffeur A, d'où elle s'échappe, par G, à la pompe alimentaire F. La pompe C du réchauffeur reçoit sa vapeur motrice du tuyau N, par la valve régulatrice 10, que le flotteur 11 commande,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de manière à arrêter automatiquement la pompe C quand le niveau baisse en B.

L'eau pénètre dans le réchauffeur A en Q (fig. 93) au travers d'une soupape 13 (fig. 101) à ressort réglable, disposée de manière à la pulvériser au droit de la vapeur, qui arrive tout autour d'elle, par le tuyau I et les trous du barillet 20, de façon à se mêler intimement à l'eau. La vapeur entre au réchauffeur au travers d'une soupape 21, à dash-pot 5, empêchant tout retour d'eau du réchauffeur à I, et que l'on peut régler ou condamner par la tige 24.

Afin de régler automatiquement la marche des pompes C et F, la vapeur leur arrive des tuyaux N et O (fig. 92) reliés à la chaudière par le tuyau L et le robinet A, que commande le flotteur R. En temps normal, ce flotteur maintient le robinet A dans la position fig. 99, où il admet la vapeur à la fois en O et en N. Quand le niveau s'élève dans le réchauffeur, on ferme (fig. 99) la vapeur N à la pompe C; si le niveau baisse, au contraire, on ferme l'admission O de la pompe alimentaire C, et l'on ouvre N. La pompe alimentaire est ainsi régularisée en fonction de deux niveaux : celui de l'eau dans le réchauffeur, par *a*, et celui de la bâche, par la valve 10.

Ces réchauffeurs ont été appliqués avec succès, principalement à bord des navires, pour utiliser la vapeur d'échappement des machines auxiliaires (1).

(*A suivre.*)

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 13 avril 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

M. le Président annonce que la Société a fait, depuis sa dernière séance, une perte dans l'un de ses membres, M. Roussin, mort subitement le 8 avril dernier.

M. Roussin était membre du Comité des Arts chimiques; il n'appartenait au

(1) *Génie civil*, 25 fév. 1893, p. 267. A citer : l'ALIMENTATEUR, *Sintz* (American Journal of Railway Appliances, 1er mai 1885). LES POMPES ALIMENTAIRES *Worthington. Deane, Knowles* (American Machinist, 27 oct. 1888). LES RÉGULATEURS D'ALIMENTATION *Forbes* (Brevet américain, 467,717 de 1892). *Bosworth* (Crosby Gauge Co Boston) *Terre haute Co* (American Machinist, 29 août 89). LES FILTRES ET ÉPURATEURS D'ALIMENTATION. *Bell* (Scientific American, 13 mars 1894, p. 197). *Blessing* (American Machinist, 4 déc. 1886). *Baragwanath, Colles* (Revue technique, p. 131 et 136). LES PURGEURS *Edwards*. (American Machinist, 17 juillet 1886). *Crosby, Gassett* (Brevet américain, 508 300 de 1893). LE DÉGRAISSEUR DE VAPEUR *Lowden* (American Machinist, 21 juillet 1888.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Conseil que depuis 1887, mais, à plusieurs reprises, la Société avait pu apprécier dans divers Rapports la rectitude de son jugement en même temps que sa connaissance approfondie des questions industrielles.

Ancien professeur de chimie au Val-de-Grâce, pharmacien principal de 1re classe, M. Roussin avait enrichi la chimie des matières colorantes de découvertes nombreuses et fécondes; il occupait dans le monde savant une place considérable.

M. Greil, intendant militaire en retraite, à Biarritz. — Machine hydraulique à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. le capitaine Delcroix, rue de l'Université, 34. — Règle topographique et boussole-rapporteur. (Arts économiques.)

La Société alsacienne de constructions mécaniques envoie une notice de M. Bouteloup sur la manivelle de sécurité (système Dubois) appliquée aux crics de levage de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. (Arts mécaniques.)

M. Bretonneau, rue Lemarrois, 29 (Auteuil-Point-du-Jour). — Musette automatique pour chevaux (Agriculture.)

MM. Destruel et Sarthon, rue Joséphine, 2, à Mâcon. — Arrêt automatique de trains à l'approche de disques fermés, accompagné de signal d'alarme. (Arts mécaniques.)

M. Charles Cambon, industriel à Sumène (Gard). — Publications diverses relatives à un appareil destiné à éviter les accidents dans les usines. (Arts mécaniques.)

Le Président de l'Exposition universelle d'Anvers envoie son programme et sollicite l'adhésion de la Société. (Bureau.)

MM. Fanchon et Artus, éditeurs, rue de Grenelle, 25, font hommage du tome II du *Traité des chemins de fer* de M. Auguste Moreau. (Bibliothèque.)

M. Victor Joyant, à Aubervilliers. — Système pour arrêter les trains de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. Thomas, passage Chausson, 5. — Pneumatique increvable sans chambre à air pour bicyclettes. (Arts mécaniques.)

M. Gerold Suter, rue de Paradis, 23. — Engrenage différentiel continu. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Mémoire sur la navigation aérienne pyrotechnique sans ballon. (Arts mécaniques.)

MM. Fouque et Polin, à Levallois-Perret (Seine). — Appareils économiques. (Arts mécaniques.)

M. Champiot, chef d'escadrons au 36e régiment d'artillerie, à Clermont-Ferrand. — Nouveau procédé de ferrure à crampons mobiles. (Agriculture.)

M. Lafosse, à Saint-Amand (Cher). — Machine fixe pouvant fonctionner sans frais. (Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bigot, hôtel Terminus, rue Saint-Lazare. — Application du bois de gaïac dans la préparation des surfaces frottantes des pièces mécaniques. (Arts mécaniques.)

M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, aes Postes et des Télégraphes fait don à la Société de plusieurs publications statistiques qui ont paru depuis 1890. (Bibliothèque.)

Le Président de l'Association philotechnique demande le concours de la Société. (Bureau.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Mémoire sur un appareil pour la clarification, la purification et l'aération des eaux impures. (Arts économiques.)

M. Baudin, rue des Trois-Couronnes. — Composition de bains pour rendre les tissus ininflammables (Arts chimiques.)

M. Gatellier, président de la Société d'agriculture et du Syndicat agricole de l'arrondissement de Meaux. — Carte agronomique du canton de la Ferté-sous-Jouarre. (Agriculture.)

M. Leroux, ingénieur agricole, rue Michelet, 62, à Mustapha-Alger. — Ampélographie des cépages indigènes de l'Afrique française du Nord. (Agriculture.)

Le Directeur du Bulletin de l'Association belge des chimistes, à Bruxelles, demande l'échange de cette publication avec le *Bulletin* de la Société. (Bureau.)

Le Directeur de la Revue des Arts décoratifs de Copenhague adresse un spécimen de cette publication, qu'il demande à échanger avec le *Bulletin* de la Société. (Bureau.)

Le Directeur de la Revue moderne adresse un spécimen de sa publication et en demande l'échange avec le *Bulletin* de la Société. (Bureau.)

Les ouvrages suivants offerts à la Société sont signalés dans la correspondance imprimée :

Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Annuaire statistique de la France, 14e année, 1891. — *Dénombrement des étrangers en France:* résultats statistiques du dénombrement de 1891. — *Statistique générale de la France*, tome XX, année 1890.

Bibliographie des travaux historiques et archéologiques publiés par les Sociétés savantes, dressée sous les auspices du ministère de l'Instruction publique par Robert de Lasteyrie, avec la collaboration d'Eug. Lefèvre-Pontalis et de E.-S. Boujenot.

Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des sciences par MM. les secrétaires perpétuels, tome X.

Bulletin du Comité des travaux historiques et scientifiques, Section des sciences économiques et sociales, année 1893.

Office du travail. La petite Industrie (salaires et durée du travail). Tome I : L'Alimentation à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Expéditions scientifiques du Travailleur *et du* Talisman *pendant les années* 1880, 1881, 1882, 1883. Echinodermes, par Edmond Perrier, membre de l'Institut.

Institution of mechanical engineers: Proceedings, octobre 1893.

Transaction of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXXVII, 1892-93.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXIV. Session 1891-1892.

Smithsonian Report, 1891.

Petit Mémorial-Agenda des électriciens, 1894. Boudreau, éditeur.

Report of the Fourth meeting of the Australasian Association for the advancement of science, held at Hobart, Tasmania, in January 1892.

Annuaire de la Société philotechnique, année 1893.

Traité des chemins de fer, par Auguste Moreau. Tome II. Superstructure.

Annali del consiglio delle tariffe delle strade ferrate, 1893.

On the Waste of heat, past, present and future, in Smelting, ores of iron, by sir Lowthian Bell, offert par l'auteur, correspondant de la Société.

Collection Leauté: Machines frigorifiques à gaz liquéfiable, par R.-E. de Marchena. — Machines frigorifiques à air, par R. de Marchena. — Construction et résistance des machines à vapeur, par Alheilig.

La Machine locomotive, par M. Édouard Sauvage, membre du Conseil de la Société. 1 vol. in-12. Baudry, édit. (Hommage de l'auteur.)

Recherches sur les causes des accidents des chaudières multitubulaires, par M. Compère, ingénieur, directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur. (Hommage de l'auteur.)

Les Lois ouvrières au point de vue de l'intervention de l'Etat, par M. Cheysson, membre du Conseil de la Société. Brochure offerte par l'auteur.

Le Génie sanitaire. Rédacteur en chef : E. d'Esmenard.

Utilisation agricole des eaux d'égout de la ville de Montpellier, par J.-B. Chabaneix, br.

Sulle condizione della emigrazione italiana e sulle instituzioni di patronato degli Emigranti, br. offerte par M. Luigi Bodio, correspondant de la Société.

Rapports des comités. — *Appareil dynamométrique. — M. Hirsch* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur l'*appareil dynamométrique* de *M. J. Digeon*, ingénieur-mécanicien, rue de Lancry, 56.

Depuis l'origine des chemins de fer, les ingénieurs se sont préoccupés d'un problème dont la solution intéresse au plus haut degré les services de l'exploitation et de la traction, à savoir la détermination des efforts à exercer pour produire et entretenir le mouvement des trains. La Compagnie des chemins de fer de l'Ouest avait tracé un programme, et M. Digeon avec la collaboration d'un ingénieur de la Compagnie, M. Gauthier, a construit un appareil qui remplit entièrement toutes les conditions demandées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, le Comité des Arts mécaniques a l'honneur de proposer au Conseil de remercier M. Digeon de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société avec deux planches et une légende.

Ces conclusions, sont adoptées.

Dynamomètre hydrostatique. — *M. Hirsch* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur le dynamomètre hydrostatique de *M. J. Digeon.*

Le bon fonctionnement et la marche régulière des locomotives, ainsi que la conservation des voies, dépendent en grande partie de l'exacte répartition des charges exercées par les différentes roues sur lesquelles repose la machine. Dans les dépôts de locomotives, cette répartition est opérée à l'aide d'un appareil, appelé pont à bascule, d'une manière fort longue et pénible. C'est pour obvier à ces inconvénients que M. Digeon a construit un appareil donnant, à tout instant du réglage et d'une manière permanente, l'importance et les variations des charges. Il est employé par la Compagnie de l'Ouest, où il rend des services très appréciés.

Le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil de remercier M. Digeon de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec une légende et figures dans le texte.

Ces conclusions sont adoptées.

Appareils à adhérence magnétique. — *M. Fontaine* fait, au nom du Comité des Arts économiques, un rapport sur les appareils à adhérence magnétique de *M. Armand de Bovet*, ancien directeur du Syndicat international des électriciens.

Parmi les nombreuses applications de ces appareils, le rapporteur signale celle qui a été faite sur le bateau magnétique l'*Ampère*, appartenant à la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise; c'est en même temps la première et la plus importante de toutes celles qui ont été réalisées par M. de Bovet.

Le premier toueur magnétique est en service depuis dix-huit mois environ; les résultats de son fonctionnement sont tellement satisfaisants que la Compagnie de la Basse-Seine et de l'Oise est décidée à mettre tous ses bateaux au rebut et à en faire construire d'autres sur les bases indiquées par M. de Bovet.

En raison de ces résultats remarquables, le Comité des Arts économiques propose au Conseil de remercier M. de Bovet de sa très intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec le mémoire présenté par l'auteur.

Ces conclusions sont adoptées.

Les Explosifs industriels. — *M. Vieille* fait, au nom du Comité des Arts chimiques, un rapport sur l'ouvrage de *M. Daniel*, ingénieur des arts et manufactures, directeur des explosifs Sécurité.

Cet ouvrage, intitulé : *Les Explosifs industriels, le Grisou et les Poussières de*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

houille, comprend deux parties. La première constitue un exposé rapide des propriétés des matières explosives et de leurs modes d'emploi.

La deuxième partie de l'ouvrage concerne l'emploi des explosifs dans les milieux inflammables.

L'ouvrage de M. Daniel présente un grand intérêt, et il apporte une véritable lumière dans la discussion des opérations si complexes que soulève l'emploi des explosifs dans les mines grisouteuses.

Le Comité des Arts chimiques propose au Conseil d'adresser des remerciements à M. Daniel pour la présentation de son ouvrage et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Élévateurs de liquides. — M. Biver fait, au nom du Comité des Arts chimiques, un rapport sur un nouvel élévateur de liquides par l'air comprimé de *M. Paul Kestner*, ingénieur-chimiste à Lille.

Divers appareils automatiques ont été inventés pour élever les acides dans les fabriques de produits chimiques, au moyen de l'air comprimé. M. Paul Kestner a imaginé une disposition nouvelle qui fonctionne d'une manière économique et donne un rendement théorique en diminuant notablement les pertes d'air.

Le Comité des Arts chimiques propose au Conseil de remercier M. Kestner de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société avec les dessins et la légende nécessaires.

Ces conclusions sont adoptées.

Manufacture de paillons. — M. Simon fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur la manufacture de paillons de *M. J. Bar*, à Rantigny (Oise).

Cet industriel a présenté de nombreux échantillons de sa fabrication : ce sont de minces feuilles, tantôt de cuivre pur, tantôt de cuivre plaqué d'argent ou d'or, les unes brillantes du seul éclat métallique, les autres teintées en couleurs vives, lisses ou gaufrées, connues dans le commerce sous le nom général de paillons. Ces paillons servent à de multiples usages : encartage des boutons de nacre et de porcelaine, découpure de paillettes pour éventails, confection de fleurs artificielles, de bouquets d'église, sertissage de pierres précieuses ou fausses, perles dorées ou argentées, ornementation de costumes, etc.

L'usine consomme annuellement, en moyenne, 150 000 kilogrammes de cuivre rouge, 5 000 kilogrammes d'argent, 100 kilogrammes de platine et 5 kilogrammes d'or fin pour fabriquer des articles dont le poids varie suivant épaisseur et formats, mais dont la majeure partie pèse seulement de 5 à 7 grammes la feuille. Il faut signaler l'aménagement de l'usine, le choix et l'entretien de l'outillage, l'éducation technique et la tenue du personnel, toutes choses qui démontrent chez M. J. Bar l'étude approfondie de tous les détails de la fabrication et expli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quent comment ce manufacturier a pu généraliser dans son établissement l'utilisation particulièrement économique des *petites mains*.

Le Comité propose au Conseil de remercier M. Jean Bar de sa très intéressante communication et, à l'appui de ses félicitations, de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Densité et filtration des liquides.* — *M. R. Lezé*, professeur à l'École de Grignon, présente ou décrit différents appareils nouveaux relatifs aux propriétés des liquides; l'auteur a surtout étudié et utilisé l'ensemble de deux liquides non miscibles superposés, eau et mercure par exemple.

Il a construit un baromètre à eau qui n'a que les dimensions d'un baromètre à mercure, et imaginé une méthode permettant de déterminer les densités des solides en une seule opération.

Poursuivant la série des applications possibles, il a disposé un aréomètre d'un système tout nouveau, car l'instrument fonctionne à l'intérieur des liquides; puis un manomètre destiné aux très hautes pressions et fonctionnant sans aucun mécanisme susceptible de détérioration.

M. Lezé a étudié et déterminé, pour la première fois peut-être, quelques vitesses relatives de filtration de différents liquides, et sur le principe de l'appareil qui lui a servi à ses essais il a construit un filtre continu présentant une particularité remarquable.

Contrairement à ce qui se passe dans tous les filtres usuels connus, le liquide à filtrer et les impuretés à éliminer suivent dans le filtre de M. R. Lezé deux chemins différents; les impuretés, les microbes même sont séparés par la force centrifuge; le liquide se présente presque pur devant la cloison poreuse, qui n'a plus qu'à parfaire le travail si bien utilisé de la rotation.

Les liquide fournis par la filtration sont transparents, limpides et stérilisés.

L'appareil qui réalise ce progrès et remplit si bien le but à atteindre consiste en un bol de métal que l'on fait tourner à une énorme vitesse, 4 à 8 000 tours. Les impuretés s'appliquent contre la périphérie du bol, alors que le liquide demeurant appliqué dans la couche annulaire augmente d'épaisseur par l'alimentation, arrive à atteindre la cloison poreuse située dans les environs de l'axe, et la traverse.

M. Lezé présente un petit modèle de ces filtres, avec mouvement donné par une manivelle.

M. le Président remercie M. Lezé de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Arts économiques.

Étuve à désinfection. — *M. Brenot* présente à la Société deux spécimens d'étuves portatives pour la stérilisation des instruments de chirurgie et objets de pansements divers employés au cours des opérations chirurgicales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces nouvelles étuves sont constituées par une cuve en cuivre rouge de forme ovale et d'une seule pièce. A l'intérieur de cette cuve se placent des plateaux mobiles assemblés à l'aide d'entretoises métalliques les séparant les uns des autres.

Ce sont ces plateaux qui ainsi superposés reçoivent les instruments à stériliser; ils peuvent en recevoir une très grande quantité, étant donnée la grande surface représentée par ces quatre plateaux réunis à l'aide d'une colonne centrale creuse au travers de laquelle est introduit un thermomètre gradué jusqu'à 250 degrés.

Les plateaux une fois chargés des instruments sont introduits tous ensemble à l'intérieur de la cuve, où ils se trouvent isolés du contact direct de la chaleur. Par suite de cette disposition particulière, les instruments disposés sur les plateaux ne reçoivent la chaleur que du milieu ambiant dans lequel ils se trouvent placés ; il en résulte donc que le degré de chaleur se trouve également réparti entre tous les plateaux. M. Brenot explique ensuite que son nouveau modèle de stérilisateur est chauffé à l'aide d'un réchaud à gaz artificiel muni de 16 chalumeaux à orifices annulaires et centraux. Ces chalumeaux, qui sont connus depuis longtemps, offrent cette particularité de fournir sous la pression active d'une soufflerie quelconque une très grande somme de calorique, ce qui permet de porter en moins de cinq minutes à 200 degrés de chaleur l'appareil tout entier.

Le réchaud à gaz artificiel est formé d'un réservoir en métal à l'intérieur duquel sont emmagasinées des éponges en quantité suffisante pour absorber un demi-litre d'essence minérale servant à la production du gaz artificiel; ce dernier est amené aux orifices annulaires et centraux des chalumeaux par la pression de la soufflerie, laquelle s'exerce dans les éponges à l'aide d'un circuit tubulé percé de petits trous. Tout le long de son trajet ce circuit tubulé amène donc les vapeurs aux orifices des chalumeaux, où elles sont enflammées. Dans cette condition les vapeurs brûlent sous forme de flammes blanches. Afin de les rendre bleues et par conséquent très chaudes, un courant d'air pur est amené directement de la soufflerie, par le jeu d'un robinet à section multiple, qui achève la combustion et leur permet de produire le maximum de chaleur qu'elles peuvent fournir.

M. Brenot termine sa communication en montrant son nouveau modèle de stérilisateur portatif; il en monte et démonte toutes les pièces en quelques minutes.

M. le Président remercie M. Brenot de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Arts économiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CORRESPONDANCE. — *Extrait d'une lettre de M. Dwelshauvers-Déry.* — M. Dwelshauvers-Dery nous écrit la lettre suivante, à propos du compte rendu donné, dans le Bulletin de janvier, p. 29, de l'ouvrage intitulé : *Referendum des Ingénieurs.*

Liège, 23 mars 1894.

A Monsieur Gustave Richard, ingénieur, à Paris.

Cher Monsieur,

Vous dites page 29 : « ... le laboratoire du Conservatoire ... est loin d'avoir, *comme le prétend M. Dwelshauvers, complètement disparu depuis* 1885... » Puis vous prenez la défense de l'Administration du Conservatoire et des mécaniciens français, comme si je les avais attaqués et accusés d'incurie. Enfin vous rappelez l'initiative prise au Congrès de 1889 par M. J. Hirsh, professeur au Conservatoire, comme si je ne l'avais pas rappelée bien au long de mes susdits articles du *Génie Civil.* Or voici textuellement mes paroles : (*Referendum*, page 6) « Nous avons éprouvé une impression bien pénible en apprenant, l'an dernier, que ce Laboratoire *avait à peu près disparu depuis* 1885, parce que les bâtiments menaçaient ruine, à cause même des services rendus, et que, depuis ce temps, *malgré les plus vives réclamations et les plus énergiques instances*, on n'a pu obtenir les *fonds indispensables* pour changer cet état de choses. Est-il cependant douteux qu'il y ait un devoir patriotique à restaurer sans délai cette gloire de la France? » J'ai dit à *peu près* disparu; vous me faites dire *complètement* disparu, et vous niez que ce soit la vérité; évidemment un *erratum* s'impose. De plus, je fais l'éloge de l'Administration du Conservatoire et de son illustre directeur, le colonel Laussedat, en affirmant qu'ils ont fait de *vives réclamations, d'énergiques instances*, si bien que l'espèce de blâme (ou plutôt de regret) exprimé par ma phrase ne peut, pour le lecteur, s'adresser qu'à celui qui dispose *des fonds indispensables :* à l'État.

L'utilité des laboratoires de mécanique ne fait de doute pour personne, dites-vous. En êtes-vous bien sûr? La foi sans les œuvres est une foi morte. — Montrez donc ce que cet amour platonique des laboratoires a produit? où sont les laboratoires de mécanique de France? dans quelles écoles? Il en est deux seulement sur le continent, où l'on procède à des essais de thermodynamique : Munich et Liège; et Liège n'est réellement monté que depuis six mois. J'ai eu et j'ai encore à lutter contre ceux qui écrivent que l'utilité des laboratoires de mécanique est universellement reconnue, afin de pouvoir, en cas de réussite, affirmer qu'ils ont poussé au progrès; mais qui, en réalité, me mettent bâtons en roues et paralysent mes efforts en vue de démontrer l'impuissance des laboratoires à rien produire. A ceux-là qui manquent de sincérité, je ne daigne pas répondre. A vous, c'est autre chose; je tiens à affermir votre foi dans les laboratoires en vous citant ce qui a été fait en moins de six mois dans celui de Liège, par des élèves sans expérience, et qui, à leur entrée à mes cours, étaient incapables de faire des applications numériques, même les moindres; de déduire de l'observation d'un manomètre la pression en kil. par mètre carré; de celle d'un baromètre, la pression atmosphérique dans les mêmes unités; de prendre une intégrale entre des limites numériques données; de calculer, en mètres cubes, au décimètre cube près, le volume d'un segment sphérique défini par des données numériques, etc.; bref, des élèves très forts en abstractions mathématiques, mais incapables, faute d'habitude, de faire des applications concrètes. Ces élèves sont censés avoir une éducation théorique suffisante; ils savent parfaitement réciter les principes de la mécanique, par exemple : le principe des forces vives, mais ils sont incapables d'en faire la moindre application numérique; ils ne savent pas ce qu'il faut mettre dans le premier membre de l'équation ni dans le second; on leur demande la vitesse de la manivelle au moment où le piston est arrivé aux six dixièmes de sa course, ils répondent par des formules, jamais par des chiffres! Or, qu'est-ce que la pratique paiera à l'ingénieur pour lui faire gagner

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son pain? est-ce la récitation des principes ou leur démonstration? Non, sans doute, c'est leur application a des réalités pour aboutir à des chiffres, à des dimensions, etc. Je prétends que celui-là ne connaît pas la théorie qui ne sait pas l'appliquer; je prétends que les applications concrètes jettent une vive lumière sur les principes de la théorie, et c'est *pour renforcer les études théoriques* que je préconise des laboratoires. Les applications numériques, voilà la partie pratique de l'enseignement, *la seule* que puisse donner l'École, mais aussi un genre de pratique indispensable à l'ingénieur. Je ne demande pas d'autre réforme de l'enseignement à tous ses degrés que celle qui consiste à placer, à côté de l'exposé de la théorie, le complément nécessaire des applications numériques. Le stage pratique dans l'atelier serait singulièrement raccourci si le jeune ingénieur était en possession de la théorie *et des moyens* de l'appliquer. Les laboratoires de mécanique sont-ils utiles à cette fin? Je dis oui, grandement utiles, et je vais le démontrer; mais tout d'abord permettez-moi de vous dire ce que nous sommes parvenus à faire à Liège en moins de cinq mois, avec un bon instrument, mais des élèves peu préparés.

Je vous adresse par le même courrier un petit volume destiné *uniquement* à guider mes élèves dans la solution de la cinquantaine de problèmes que comporte l'étude d'un essai de machine à vapeur. Pour le public qui ne suit pas mes cours, il s'y trouverait d'énormes lacunes, c'est pourquoi je n'ai pas du tout répandu cette publication; je crois nécessaire de vous en faire hommage afin d'éclairer votre confiance dans l'utilité des laboratoires. Dans cet opuscule, se trouvent reproduites les observations consignées par les opérateurs et tous les calculs pour en déduire les données numériques, puis les résultats et les conséquences, relativement à deux essais faits les 14 et 26 octobre 1893, avec et sans enveloppe, à 2/10 d'admission, condensation et surchauffe. Ensuite, en décembre et janvier dernier, j'ai fonctionné avec dix brigades d'élèves(vapeur surchauffée, condensation, 40 tours par minute environ); cinq brigades, à un dixième d'admission, dont deux sans enveloppe et trois avec enveloppes; puis cinq brigades, à trois dixièmes d'admission, deux sans, trois avec enveloppes. Bien que les expérimentateurs fussent inexpérimentés, les dix essais ont subi avec le plus grand succès tous les contrôles, et notamment ceux de l'équation de Hirn entre les quantités de chaleur reçue et rendue à chaque course, et de l'expression du travail pendant la détente, due au même physicien. Ces résultats sont dignes d'être publiés; j'espère vous adresser bientôt la notice qui est sous presse, et je me ferai aussi un devoir d'en offrir un exemplaire à la Société d'Encouragement (1).

Les élèves ont passé peu de temps au laboratoire pour recueillir les observations; chacun n'avait qu'un ou deux instruments à observer; il consignait ses observations régulièrement toutes les deux minutes dans un carnet préparé *ad hoc* avec toutes les colonnes voulues pour toutes les inscriptions. L'essai terminé, chacun dictait ses propres inscriptions à tous les autres. Il restait à chacun, ainsi, à faire le travail personnel pour déterminer les moyennes et ensuite les données et les résultats. Chacun n'avait qu'un essai à étudier: reste au professeur le soin de les étudier tous et de coordonner les résultats. Il est certain que l'on pourrait, sans laboratoire, arriver presque au même but, en leur dictant des inscriptions à mettre dans leur carnet, même des inscriptions imaginées par le professeur. Mais ici se présente un grave danger pour l'enseignement.

Vous semblez croire et dire que je veux substituer le laboratoire à l'enseignement théorique et *votre avis* est que c'est un tort. Vous dites, en effet, en terminant : « ... l'on aura, à *notre avis du moins*, une raison de plus pour ne pas *sacrifier la partie capitale de l'enseignement* de la mécanique à ce qui n'en pourra jamais être qu'un très utile complément. » Vous auriez dû ajouter : à notre avis ET *à celui des promoteurs* du *Referendum* qui disent, page IX, immédiatement avant leur signature : *Les laboratoires de mécanique sont* LE COMPLÉMENT *indispensable de toute* école d'ingénieurs; ils ne parlent nullement de substituer l'un à l'autre, ni d'affaiblir l'enseignement théorique; au contraire, ils veulent le renforcer en lui ôtant *son caractère* PURE-

(1) Laboratoire de mécanique appliquée de la Faculté technique de l'Université de Liège. *Rapport sur les essais de 1893-1894* (extrait), de la Revue universelle des Mines, Vol. XXV, 3e série, (1894) p. 324.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MENT ABSTRAIT. Voir préface, page VII. Je me suis ci-dessus assez étendu sur ce sujet pour me faire comprendre.

Vous combattez l'idée que le laboratoire pourrait faire des ingénieurs complets au sortir de l'école, comme si je l'avais émise. Il n'en est rien; mais sans laboratoire il est un enseignement parfait en théorie, détestable pourtant, parce qu'il peut détruire ces qualités de jugement et de bon sens si indispensables à l'ingénieur, surtout pour acquérir de l'expérience par un stage dans l'atelier ou l'usine. La réponse ci-dessus est complète. Mais, à dire vrai, certains référendaires, nombreux assez pour prouver qu'il y a un mal réel, ont multiplié leurs plaintes *comme à plaisir*, dites-vous. C'est comme s'ils s'étaient concertés! Or, nous, promoteurs, n'avons voulu avoir *que* des opinions *personnelles librement* exprimées; nous n'avons consulté aucun groupe ni association, n'ayant chance d'y trouver que des opinions moyennes, dépourvues d'originalité, et souvent sans sincérité, parce qu'elles sont imposées par une minorité remuante, avide de pouvoir...

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES REÇUS

CRONEAU (**A.**), Ingénieur des Constructions navales, Professeur à l'École d'application du Génie maritime. — **Construction du Navire.** Petit in-8. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*) Librairie Gauthier-Villars et fils.

Dans ce petit Traité de *Construction du Navire*, le lecteur trouvera, sous une forme résumée, des renseignements très complets renfermant la charpente des navires de guerre et les moyens dont on dispose à bord pour combattre une voie d'eau ou pour éteindre un incendie, le ventilateur, les gouvernails et les moyens employés pour empêcher la coque des navires de s'abîmer dans l'eau de mer. En ce qui a trait à la charpente proprement dite, l'Ouvrage présente une particularité intéressante : au lieu de détailler les différentes parties en les considérant isolément, l'Auteur a choisi quelques types bien différents et a groupé ce qui concernait un même bateau de manière qu'on pût se faire une idée d'ensemble du navire. Ce procédé nouveau rend plus attrayante la lecture de cette partie du Volume.

LAUNAY (de). — **Statistique de la production des gîtes métallifères.** Petit in-8°. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*) Librairie Gauthier-Villars et fils.

Cet ouvrage résume, d'après les documents les plus récents, les données statistiques essentielles relatives à l'usage et à la production des métaux.

Chaque métal y est successivement passé en revue; l'auteur examine ses usages, ses minerais, son prix, puis s'étend principalement sur ses centres d'extraction qu'il s'est attaché à classer d'après leur importance actuelle et à grouper, d'abord par pays; ensuite dans chaque pays, par district minier; enfin, dans chaque district, par mines.

Tandis que les statistiques habituelles se contentent d'indiquer en bloc la production métallurgique de tout un pays sans distinguer quelle est l'origine des minerais traités, l'auteur a cherché ici à restituer à chaque région ses minerais propres et a réussi ainsi à tracer un tableau complet de l'industrie minière dans le monde entier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce livre pourra rendre de grands services à tous ceux qui utilisent les métaux en leur présentant, rassemblés et commentés, une foule de chiffres qu'il fallait auparavant aller chercher dans un grand nombre d'ouvrages écrits en toutes langues et au milieu de longues descriptions scientifiques.

Il est le complément pratique de l'Ouvrage antérieur du même auteur sur la *formation des gîtes métallifères*.

P. **GUICHARD**, professeur à la Société industrielle d'Amiens. **Précis de chimie industrielle** (*Notation atomique*), 1 volume in-18 jésus de 422 pages, avec 68 figures, cartonné. (*Encyclopédie de chimie industrielle*). Librairie J.-B. Baillière et fils.

Il manquait aux élèves de nos écoles industrielles un volume élémentaire destiné à servir de résumé au cours du professeur et d'introduction à la lecture des grands ouvrages et mémoires de chimie industrielle.

M. Guichard a adopté la *notation atomique*. Laissant de côté la démonstration théorique des principes sur lesquels elle repose, il s'est attaché exclusivement à son application pratique. Il a donné un grand développement aux formules de constitution, pour habituer, par un emploi progressif, les élèves à en faire usage et à les lire.

Il a indiqué les noms des corps d'après les principes de la *nomenclature chimique internationale*, adoptée aux Congrès de Genève, de Pau et de Besançon; ce livre est le premier qui soit entré dans cette voie.

Embrassant à la fois la *Chimie minérale* et la *Chimie organique*, il a passé en revue les différents éléments et leurs dérivés, en suivant méthodiquement la classification atomique.

Il a insisté sur les questions intéressant la chimie industrielle en ses principes fondamentaux.

Ce livre sera utile non seulement aux élèves des Écoles industrielles et des Écoles d'arts et métiers, mais encore aux propriétaires d'usines, aux directeurs et aux contremaîtres ; après leur avoir montré la nécessité de l'alliance de la science et de l'industrie, il leur fournira les connaissances nécessaires pour y arriver.

C'est le but que l'auteur a poursuivi, depuis de longues années, dans la pratique d'un grand laboratoire industriel.

Une table alphabétique très détaillée permet de trouver immédiatement les différents corps sous leurs noms divers.

Le volume, édité avec luxe, est revêtu d'un élégant cartonnage en toile maroquinée.

BIBLIOGRAPHIE.

JOURNAUX ET REVUES

Comptes rendus de l'Académie des Sciences. — *Séance du 19 janvier 1894*, n° 3. — Sur la théorie de la photographie des couleurs simples et composées par la méthode interférentielle, par *G. Lippmann*. — Études sur la formation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles détachées des plantes, par *Berthelot et André*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 12 février, n° 7. — Sur la pression intérieure dans les gaz, par *L.-H. Amagat*. — Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes, par *Winogradsky*.

Séance du 19 février, n° 8. — L'objectif aplanétique symétrique, par *Ch.-E. Zenger*. — Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes, par *Max Le Blanc*.

Séance du 5 mars, n° 10. — Sur les alliages de fer et de nickel, par *F. Osmond*.

Séance du 12 mars, n° 11. — Sur la pression interne dans les fluides et la forme de la fonction (pvt) = 0, par *E.-H. Amagat*. — Contribution à l'étude des levures, par *P. Hautefeuille et A. Perrey*.

Séance du 19 mars, n° 12. — Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts, par *F. Osmond*.

Séance du 27 mars, n° 13. — Résultats obtenus par de nouvelles dispositions propres à atténuer les vibrations des navires, par *Auguste Normand*. — Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes, par *Max Le Blanc*.

Annales des Mines. — *Janvier* 1894. — L'industrie du pétrole aux États-Unis d'Amérique, par *Riche et Roume*.

Annales des Ponts et Chaussées. — *Novembre* 1893. — Mémoire sur le calcul de la résistance des arcs paraboliques à grande flèche, par *Belliard-Derombre*. — Note sur la détermination des moments fléchissants les plus grands dans les sections d'une poutre posée librement sur deux appuis, par *A.-E. Hausser* et *L. Cung*.

Mémoires de la Société des Ingénieurs civils. — *Janvier* 1894. — Formule du travail de déformation dans le laminage et le martelage, par *F. Chaudy*. — Discours nécrologiques prononcés aux obsèques de *Ch. Herscher*, par *Delaunay-Belleville*, *Léon Bousquet* et *Copeau*.

Revue générale des Chemins de fer. — *Janvier* 1894. — Transformation des locomotives à grande vitesse (type 1869) du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, en locomotives à bogie, par *Ch. Baudry*.

Février. — Note sur les wagons dynamomètres des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, par *E. Chabal*. — Graisseur automatique des tiroirs et des cylindres (système *Ch. Meyer*).

Mars. — L'établissement de la seconde voie sur le chemin de fer du Gothard, par *Moutiers*. — Moments fléchissants et réactions maxima produits dans les poutres à une travée, par *Vialat*.

Bulletin du Comité des Forges de France. — 16 *janvier* 1894, n° 804. — Allemagne : Revue de la situation de l'industrie sidérurgique en 1893.

24 *janvier*, n° 806. — Grande-Bretagne : Revue de la situation de l'industrie sidérurgique en 1893.

14 *février*, n° 814. — États-Unis : Revue de la situation de l'industrie sidérurgique en 1893.

Le Génie civil. — 6 *janvier* 1894, n° 10. — Le Réservoir métallique de la ville de Bordeaux. — Emplois variés de la tourbe. — Les arbres de transmission en fils d'acier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

13 *janvier*, n° 11. — Grue de montagne employée pour la pose des segments en fonte, des tunnels de l'Hudson et de la rivière Saint-Clair. — Les grands ascenseurs. L'ascenseur de Weehawken, par *P. Jannettaz*. — Chauffage des voitures de chemins de fer par la vapeur et l'air comprimé combinés. Essais effectués par la Compagnie de l'Est, par *Gérard Lavergne*.

20 *janvier*, n° 12. — Surchauffeur de vapeur, système Jules Grouveli et H. Arquenbourg, par *G. Thareau*. — Le tout-à-l'égout et l'assainissement de la Seine, par *C. Tainturier*.

27 *janvier*, n° 13. — Le tout-à-l'égout et l'assainissement de la Seine, par *C. Tainturier* (*suite*). — Améliorations aux tirage des mines, par *P.-F. Chalon*. — Machine à essayer les matériaux de l'Université de Sydney (Australie).

3 *février*, n° 14. — Les moyens de défense contre les inondations. — L'industrie du lait aux États-Unis et au Canada. — L'emploi du pétrole comme combustible à l'Exposition de Chicago, par *William Seyrig*. — Nouveau procédé d'épuration chimique des eaux d'égout.

10 *février*, n° 15. — Le tout-à-l'égout et l'assainissement de la Seine, par *C. Tainturier* (*suite et fin*). — Recherches expérimentales sur la déformation des ponts métalliques, par *Ch. Rabut*. — Machines à mouvement elliptique, par *G. Maréchal*. — Les essais de la locomotive électrique Heilmann.

17 *février*, n° 16. — Coussinets à rouleaux et à billes. — La locomotive électrique système J.-J. Heilmann, par *Georges Lesueur*.

24 *février*, n° 17. — Les machines Marc à déboiser et dépelliculer la ramie, par *A. Évrard*. — Le tout-à-l'égout et l'assainissement de la Seine, par *Ch. Decaux*. — Le tout-à-l'égout et l'assainissement de la Seine, par *A. Lesévrien*. — L'assainissement par l'électricité, par *G. Vitoux*. — Recherches de M. Henysel sur l'extraction directe du zinc au haut fourneau, par *Le Verrier*.

3 *mars*, n° 18. — L'acier au molybdène. — L'assainissement par l'électricité, par *A. Howatson*.

10 *mars*, n° 19. — L'embarcation en aluminium le *Jules Davoust*, destinée à la mission hydrographique du Niger, par *G. Richore*. — Zingage, étamage et plombage de l'aluminium.

17 *mars*, n° 20. — Les turbines à vapeur système G. de Laval, par *H. Sosnowski*.

31 *mars*, n° 22. — La métallographie microscopique des alliages de cuivre, d'après Guillemin, par *L. Baclé*. — La conservation et la stérilisation du lait à l'état frais, par *A.-M. Villon*.

ERRATUM

Bulletin de février 1894, p. 77. Dans le rapport de M. G. Roy, substituer partout le nom *Edmond Faucheur*, au lieu de Edmond Faucher.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. MAI 1894.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. H. FONTAINE, *au nom du Comité des Arts économiques, sur les* APPAREILS A ADHÉRENCE MAGNÉTIQUE *de* M. DE BOVET.

M. Armand de Bovet, ancien directeur du Syndicat international des électriciens, a présenté à l'examen de la Société des appareils à adhérence magnétique fort intéressants.

Le principe commun à tous ces appareils consiste dans l'emploi d'un électro-aimant circulaire, agissant soit sur une armature également circulaire, soit sur une chaîne en fer ou une corde sabotée, suivant les effets qu'il s'agit d'obtenir. Dans le premier cas, la valeur de l'appareil réside surtout dans la forme rationnelle des pièces et dans l'étude approfondie des détails de construction; dans le second cas, à cette étude s'ajoute un caractère indéniable de nouveauté et d'ingéniosité qui en augmente le mérite et classe les appareils de M. de Bovet parmi les plus remarquables outils électro-magnétiques connus.

La communication faite par l'auteur et le mémoire remis par lui à la Société contiennent le compte rendu très détaillé des expériences qu'il a entreprises et des études qui en sont résultées. Il est donc inutile de décrire les mêmes expériences et de parler des mêmes études; le mieux est de citer quelques-unes des applications réalisées par M. de Bovet au moyen de ses électro-aimants circulaires, agissant sur leurs armatures ou sur une chaîne en fer.

La première série est relative aux embrayages. Elle est représentée par 9 appareils de 10 chevaux pour la manœuvre des plaques tournantes du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chemin de fer du Nord; 3 de 8 chevaux pour les locomotives électriques à Saint-Jean-de-Maurienne; 2 de 5 chevaux pour les chariots transbordeurs de la gare de Madrid (chemin de Saragosse à Alicante); 1 de 75 chevaux dans les usines de MM. Menier à Noisiel; 1 de 70 chevaux dans les ateliers de MM. Weyher et Richemond; 1 de 60 chevaux dans l'usine des Téléphones à Bezons; 4 d'un cheval pour le réglage de la vitesse des turbines du canal de Bourgogne; 6 de puissances variables pour les ponts roulants des forges de Denain et d'Anzin; etc., etc.

La qualité dominante de l'embrayage de Bovet est la facilité avec laquelle il se prête à n'importe quelle allure : il peut fonctionner à toute vitesse sans aucun choc; ou progressivement, suivant la quantité du courant qui circule dans les fils de l'électro-aimant; ou bien encore donner lieu à de longues périodes de glissement relatif et régulier entre le plateau de l'électro-aimant et son armature.

Dans la deuxième série, nous citerons seulement le bateau magnétique l'« Ampère », appartenant à la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise; c'est en même temps la première et la plus importante de toutes les applications réalisées par M. de Bovet.

Jusqu'à ce jour, l'adhérence de la chaîne sur les toueurs était obtenue par son enroulement autour d'un grand treuil à deux poulies, sorte de palan gigantesque, absorbant dans ses gorges environ 40 mètres de chaînes. Il était donc impossible aux toueurs de quitter la ligne, sans jeter à l'eau ces 40 mètres de chaîne, ce qui donnait un mou dangereux pour le toueur suivant; ou, sans les couper, pour les reporter en aval, ce qui occasionnait un déplacement longitudinal de la chaîne de 40 mètres par voyage et nécessitait un entretien fort onéreux. Aussi préférait-on, dans la pratique, laisser revenir le bateau sur chaîne, sans faire de traction; car chacun sait que le touage est aussi économique à la remonte que désavantageux à la descente.

M. de Bovet a remplacé le treuil d'enroulement par une poulie magnétique excitée par une petite dynamo à vapeur, et il a reconnu qu'il suffisait de 3 mètres de chaîne sur les gorges de cette poulie pour obtenir la même adhérence que précédemment. Grâce à cette seule modification, le bateau peut quitter la chaîne facilement et sans le moindre inconvénient. Avec l'adjonction d'un propulseur, le même bateau peut servir de toueur à la remonte et de remorqueur à la descente.

Les conditions économiques d'exploitation du touage se trouvent ainsi notablement améliorées, car le même materiel servant à deux fins permet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de réduire considérablement les frais généraux de l'entreprise pour une traction annuelle donnée, ou d'augmenter beaucoup le tonnage total sans augmenter les frais d'exploitation.

Le premier toueur magnétique est en service depuis 18 mois environ; les résultats de son fonctionnement sont tellement satisfaisants que la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise est décidée à mettre tous ses bateaux au rebut et à en faire construire d'autres sur les bases que nous venons d'indiquer.

C'est le plus bel éloge qu'on puisse faire de l'invention de M. de Bovet.

En raison de ces résultats remarquables, le Comité des Arts économiques propose de remercier M. de Bovet de sa très intéressante communication et d'insérer *in extenso* son mémoire dans le Bulletin de la Société.

Signé : Hippolyte Fontaine, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 13 *avril* 1894.

ARTS ÉCONOMIQUES

Sur quelques applications du magnétisme a la mécanique industrielle, par M. de Bovet.

I. — L'action d'un champ magnétique sur un circuit fermé est utilisée couramment dans l'industrie depuis qu'il se construit des machines dynamo-électriques.

Au contraire l'action de ce même champ sur une masse de fer, l'attraction entre le fer et l'aimant, n'a guère jusqu'ici trouvé son emploi que dans des mécanismes qui, pour nombreux qu'ils soient, rentraient plutôt dans la catégorie des appareils de laboratoire que dans celle des machines industrielles. Ce sera par exemple le cas de toute la série des appareils télégraphiques, où l'on ne met en jeu que des efforts extrêmement faibles.

Nous pensons cependant que l'adhérence magnétique peut dans un certain cas apporter à la mécanique industrielle un précieux concours : c'est ainsi que par exemple elle nous a fourni une solution simple pour vaincre la principale difficulté qui avait jusqu'à présent entravé le développement de l'industrie du touage sur chaîne noyée. A peine réalisée, cette application nous en a immédiatement suggéré plusieurs autres, mais non pas assurément toutes celles qui pourront en dériver; raison de plus pour qu'il vaille la peine de les signaler.

Nous insisterons particulièrement sur l'application de l'adhérence magnétique au touage. C'est là qu'a été la cause et l'origine de nos recherches; de plus,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette application est aujourd'hui réalisée et expérimentée : nous sommes fixés sur ce qu'on en peut attendre.

Mais cela nous obligera à faire d'abord une petite excursion en dehors de notre sujet.

On sait que le touage est l'opération qui consiste à remorquer un convoi de bateaux en prenant un point d'appui sur une chaîne fixe, noyée sur toute la longueur du parcours à desservir. Du fait de ce point d'appui fixe les toueurs ont à la remonte une supériorité constante sur les remorqueurs, supériorité qui s'accentue de plus en plus quand le courant devient plus rapide, si bien qu'à la limite, dans des courants dont la vitesse dépasse 1 m,50 à 2 mètres, le touage reste seul économiquement possible. Il n'est donc pas étonnant qu'au début de cette industrie, quand elle a commencé à fonctionner sur la Seine il y a de cela bientôt quarante ans, beaucoup de bons esprits aient vu qu'elle apportait la solution définitive au remorquage en rivière et qu'elle était destinée à supplanter tous les autres procédés.

Le touage cependant n'a pas tenu toutes les promesses de ses débuts : un développement que l'on prévoyait alors rapide et brillant s'est trouvé entravé au point que, sur des rivières canotières comme la Seine, à mesure de l'amélioration de la rive, il lutte plus péniblement contre le remorquage et qu'il n'a même pas encore réussi à s'installer sur des fleuves à grand courant comme le Rhône, où cependant tout autre moyen de remorquage est impossible.

La cause en est selon nous à certains défauts indhérents à l'appareil même du touage tel qu'on a su le construire jusqu'ici, et c'est à quoi nous prétendons pouvoir remédier par l'emploi d'appareils d'adhérence magnétique. Mais il ne suffit pas en pareille matière d'affirmer : la question est assez importante, les quelques mots qui précèdent suffisaient à le prouver ; l'exploitation des toueurs est du reste en général assez peu connue, nous estimons dans ces conditions qu'il ne sera pas inutile de bien montrer comment et pourquoi le problème est posé avant de dire comment nous prétendons le résoudre. La Seine nous fournira un exemple très complet et qui aura de plus l'avantage de nous être plus familier.

Nous dirons ensuite quelques mots plus rapides sur une série d'autres applications. Ce n'est pas qu'elles nous semblent indignes d'intérêt; mais, quoique quelques appareils soient employés déjà, elles n'ont pas encore été, au même degré que les applications relatives au touage, soumises à la sanction d'un service réel et effectif. Cependant tous les appareils dont nous parlerons ont, sans exception, été à tout le moins soumis à des essais assez complets à l'atelier.

II. *Le touage sur chaîne noyée par poulies aimantées.* — Nous n'insisterons pas sur les origines du touage et les tentatives qui ont précédé son application industrielle.

On se plaît à en attribuer l'idée première au maréchal de Saxe. Il proposait de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remorquer les bateaux à l'aide d'un câble dont on portait à terre une extrémité. Un manège fixé sur le bateau et mû par des chevaux enroulait le câble sur un tambour : on le déroulait alors en reposant son extrémité plus loin sur la berge, et ainsi de suite. Mais il faut convenir que cette manœuvre est bien analogue à celle que les navires ont faite de tout temps avec le cabestan.

Pour nous, le touage a vraiment pris naissance avec l'emploi d'une chaîne noyée ayant la longueur du parcours, dont l'idée revient, croyons-nous, à MM. Tourasse et Constant, qui, vers 1832, conçurent le projet de l'appliquer sur la Seine de Paris à Rouen. L'essai échoua, il était d'ailleurs prématuré. En 1855 il existait à Paris un petit touage sur chaîne noyée, allant de l'écluse de la Monnaie au Port-à-l'Anglais, sur 6 kilomètres, dont la fonction était de débarrasser les ports de Paris des bateaux vides.

C'est cette application embryonnaire qui fit décider la constitution de la première grande Compagnie de touage, celle de la Basse-Seine et de l'Oise, exploitant un parcours de 79 kilomètres, avec un trafic considérable, entre l'écluse de la Monnaie et Conflans, embouchure de l'Oise.

A l'époque de sa fondation (1856), la canalisation de la Seine était fort imparfaite, le régime du fleuve irrégulier, le courant souvent violent; le tirant d'eau, variable, descendait en été au-dessous de $1^{m},50$.

Faute d'une écluse à Suresnes, la batellerie du Nord, arrivant à pleine charge jusqu'à la Seine, était obligée d'alléger ses bateaux à grands frais pour parvenir jusqu'aux ports de Paris et aux bassins du canal de Saint-Denis.

Le touage, dont l'objectif est de réaliser économiquement de grands efforts de traction, a rendu pendant cette période d'incomparables services.

Substitué à la traction par chevaux ou à quelques remorqueurs rares et médiocres, il absorbait à ses débuts la presque totalité du trafic (en dehors de la descente, qui se faisait en grande partie sur nage) et voyait sa part monter à 97 p. 100. Il faisait tomber la dépense de traction d'une péniche de 0 fr. 03 à environ 0 fr. 01 la tonne kilométrique, et quoique dans ces dernières années sa part proportionnelle dans le trafic total ait beaucoup diminuée, il a, depuis trente ans, remorqué de Conflans à Saint-Denis ou à Paris plus de 1 800 millions de tonnes kilométriques; il a donc procuré au commerce et à l'industrie parisienne une économie qu'on peut évaluer à une trentaine de millions, puisque c'est à son influence qu'a été due la diminution des prix (1). Et il a accompli cette œuvre utile sans subvention d'aucune sorte, sans autre concours des pouvoirs publics que la permission de poser sa chaîne au fond de la rivière.

Mais depuis sa création les conditions de navigabilité de la Basse-Seine ont

(1) En 1856, les dépenses de traction d'une péniche de 250 tonnes de Conflans à Grenelle était de 513 francs en hiver, 273 francs en été; elle est maintenant au maximum, tout compris, de 173 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

été profondément modifiées. La construction des nouveaux barrages éclusés a porté en tout temps le tirant d'eau au minimum de 3 mètres. La section d'écoulement du fleuve a été naturellement augmentée, et la vitesse du courant, sauf en temps de crue, réduite d'autant. Ces modifications, très avantageuses à la batellerie, venaient atténuer la supériorité relative du touage, puisque sa raison d'être diminue en même temps que la vitesse du courant. D'un autre côté, l'augmentation du tirant d'eau permettait de perfectionner les remorqueurs, qui profitaient en outre de toutes les améliorations apportées aux machines à vapeur depuis vingt ans, au point de vue de l'économie du combustible, tandis que les toueurs actuellement en service sont encore ceux du début. Il en est résulté que, sauf pendant les trois, quatre ou cinq mois de hautes eaux qui rendent au touage ses avantages, les remorqueurs peuvent aujourd'hui lui faire concurrence et qu'il a vu baisser son trafic. Sa part, dans ces dernières années, est tombée de 97 p. 100 à 50 p. 100 environ du trafic total.

En outre, la diminution du courant a rendu de plus en plus nécessaire de faire la traction en descente. Les remorqueurs sont venus qui, plus aptes que les toueurs à ce genre de travail, étaient assurés d'y trouver leur emploi. Puis, une fois installés, ils ont cherché naturellement à ne pas remonter à vide et se sont trouvés peu à peu conduits à accroître leur puissance pour augmenter leur effet utile en remonte.

De là le développement du remorquage sur la Basse-Seine où l'on compte aujourd'hui en service, soit à peu près régulier, soit temporaire, environ 74 bateaux à hélice remorqueurs, ou à la fois porteurs et remorqueurs. Sur ce nombre, en dehors de ceux qui appartiennent à des compagnies de transport par eau, 19 sont affectés en tout temps au remorquage des péniches ; mais en été on doit en compter au moins 28, d'une force totale d'environ 4 450 chevaux.

Cette situation est-elle définitive? Le touage est-il destiné à disparaître sur la Seine? Est-il possible, au contraire, d'améliorer le matériel du touage et les conditions de son service de manière à lui rendre, par rapport aux autres système de remorquage, un avantage décisif?

C'est la question que la Compagnie du touage de la Basse-Seine et de l'Oise a étudiée avec persévérance depuis plus de six ans. Elle est d'un grand intérêt au point de vue général de la meilleure solution à adopter pour la traction sur les rivières canalisées.

Le caractère commun de ces cours d'eau est d'être soumis à un régime nécessairement variable.

En été, les barrages étant tendus, le courant est presque nul, tandis qu'en hiver, dans la saison des pluies, il faut ouvrir partiellement les barrages, le courant augmente, et, par les hautes eaux, lorsqu'ils sont couchés, le régime naturel de la rivière est entièrement rétabli. Or, l'effet utile des remorqueurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

diminue considérablement avec l'accroissement du courant. Par exemple, un remorqueur du type des Guêpes peut, en été, remorquer 7 péniches, tandis qu'en hautes eaux il n'en peut conduire que 1 1/2 (3 pour 2 Guêpes accouplées) et une seule en très hautes eaux.

Pour les puissants remorqueurs de 300 chevaux, la proportion est à peu près la même. Ils pourraient en été remorquer 12 péniches, ils n'en peuvent plus traîner que 3 en hautes eaux, et quelquefois même 2, et encore en réduisant leur vitesse.

On voit donc que, pour subvenir aux besoins du trafic qui est sensiblement régulier, il faudrait en hiver un nombre de remorqueurs 4 à 5 fois plus considérable que celui qui est nécessaire, en été, et, ces bateaux ne pouvant avoir aucun emploi pendant la plus grande partie de l'année, on conçoit difficilement comment un bon service pourrait être organisé à l'aide de remorqueurs seuls. Il se produirait en effet nécessairement ou bien en hiver disette de moyens de remorquage, accumulation de bateaux, élévation excessive des prix; ou bien en été, surabondance de remorqueurs (nous l'avons déjà signalé quelques lignes plus haut) et rabais anormaux. D'où, en somme, de grandes variations du prix du fret.

Le touage, au contraire, grâce à la traction sur chaîne, est infiniment moins sensible aux variations du courant. C'est à peine si, en pratique, le poids des trains est réduit en hautes eaux dans la proportion de 5 à 10 (très exceptionnellement de 4 à 10); encore faut-il ajouter que, tandis que, pour un remorqueur, toute variation de courant a son importance, le toueur n'est guère sensible qu'aux variations notables. Il peut donc, avec un matériel donné, assurer un service infiniment plus régulier et en même temps empêcher les grands écarts dans les prix.

Il est évident qu'un système de traction qui a sur tous les autres un avantage écrasant pendant 3 à 5 mois de l'année suivant l'état des eaux, doit, en définitive, l'emporter sur tous ses concurrents, à la condition que pendant le reste de l'année il leur soit au moins égal, au point de vue du prix, de la réussite et de la régularité du service.

Or, le touage ne remplit pas aujourd'hui cette dernière condition, et, pour en faire bien comprendre les motifs, il importe d'expliquer le plus brièvement possible comment il fonctionne et les inconvénients inhérents à la disposition de son matériel.

Le mode d'entraînement sur la chaîne adopté à l'origine par la Compagnie de la Basse-Seine et de l'Oise a été calqué sur les dispositions du petit toueur du Port-à-l'Anglais, et il a été universellement adopté en France et à l'étranger. On n'en connaissait pas d'autre et, malgré ses défauts évidents, aucun ingénieur français ou étranger n'a pu jusqu'à présent proposer une disposition préférable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il consiste en deux tambours à cinq gorges à axes parallèles, distants de 3 mètres, sur lesquels la chaîne s'enroule un nombre de fois suffisant (généralement quatre demi-tours sur chaque tambour) pour que l'adhérence fasse équilibre à l'effort de traction nécessaire.

Au point de vue de la conservation de la chaîne, ce système est très défectueux.

Si les voies des gorges des treuils ne sont pas absolument identiques, les enroulements d'une gorge à l'autre devenant différents, il faut que la chaîne glisse et il se produit sur les brins intermédiaires des tensions anormales qui peuvent dépasser de beaucoup l'effort de traction sur le brin tendu à l'avant du toueur. En outre, la chaîne est infléchie et redressée huit fois en tension à son passage sur les treuils, flexions et redressements qui, en présence d'un peu de sable entraîné, en déterminent l'usure. Cet appareil est donc une cause efficiente des ruptures de chaîne. Elles se produisent en effet le plus souvent sur les treuils.

Au point de vue du service en général, les inconvénients de cette disposition ne sont pas moins graves. La longueur de la chaîne enroulée sur les treuils est de 37 mètres. Elle ne permet donc pas d'employer des toueurs munis d'hélice qui jetteraient la chaîne à l'extrémité de la route, puisque à chaque voyage le toueur en remonterait 37 mètres et qu'au bout d'un certain temps la chaîne entière serait accumulée à l'amont du parcours.

On a essayé sur la Basse-Seine, de Conflans à Rouen, et sur le Danube, de la couper par longueur de 100 mètres que le toueur redescend pour les relier à l'extrémité aval. Mais cet expédient, peu satisfaisant à bien des égards, présente le grave inconvénient de déplacer successivement la chaîne dans tout le parcours ; il ne permet pas, par suite, de la remplacer méthodiquement par des fractions neuves qui doivent toujours être posées dans les parties les plus fatigantes ou dangereuses du parcours, comme les ponts, etc., etc., en sorte que cette disposition a pour conséquence une augmentation sensible des charges d'entretien de la chaîne, charges déjà très lourdes.

La conséquence en est que le service du touage se fait par relais, chaque toueur restant sur la chaîne aussi bien à la descente qu'à la montée et faisant la navette avec ceux qui le précèdent et qui le suivent. Si le trafic augmente, si on met par suite un ou plusieurs toueurs de plus en service, il n'y a pas d'autre ressource que de réduire le parcours des relais. Mais à chaque relais le toueur doit échanger son train avec le toueur suivant ; c'est une opération qui cause de grandes pertes de temps parce qu'elle ne peut s'effectuer en tous les points de la rivière. Elle n'est praticable sans danger qu'à des garages déterminés, en sorte que les toueurs s'attendent souvent, une régularité absolue étant incompatible avec tout service de navigation. L'importance de ces pertes de temps est si considé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rable qu'en hiver, durant les jours courts, où le trafic est généralement le plus actif, il n'y a presque plus d'intérêt à mettre un cinquième toueur en service de Conflans à Saint-Denis : les pertes de temps résultant des troquages compenseraient l'avantage de l'expédition d'un train en plus.

Un autre inconvénient encore plus grave du touage, c'est que ce système, excellent à la remonte, est au contraire, à la descente, inférieur aux remorqueurs.

D'abord, surtout en hautes eaux, si le toueur descendant remorque un train, sa vitesse limitée par l'appareil d'entraînement sur la chaîne est insuffisante pour permettre aux péniches de gouverner; en outre, l'opération du troquage devient beaucoup plus compliquée, plus longue et plus dangereuse. Enfin, si la chaîne vient à casser, le toueur s'arrête, retenu par la chaîne enroulée sur les treuils; le train remorqué peut venir le heurter, et des avaries plus ou moins graves risquent alors de se produire.

De là une certaine répugnance des mariniers à se servir du touage à la descente. A conditions égales, ils donnent la préférence aux remorqueurs.

Toutes les compagnies de touage installées dans les conditions de celle de la Basse-Seine et de l'Oise, telles que la Compagnie de la Haute-Seine, les compagnies allemandes de l'Elbe, du Mein, du Neckar, la Compagnie russe de la Tcheksna, sont soumises aux mêmes difficultés. Toutes ou presque toutes ont dû renoncer à faire de la traction à la descente : c'est pour elles la perte d'une part importante de traction : c'est en outre l'aveu de leur incapacité à rendre à la batellerie tous les services qu'elle réclame. Le remorquage à la descente, en effet, est commode même quand les avalants peuvent marcher sur nage, il est nécessaire sur les voies où l'effet des barrages est d'annuler fréquemment le courant. Le touage cependant n'a pu parvenir jusqu'ici à le faire que par le moyen pratiqué par les compagnies de Conflans à Rouen et du Danube, moyen que nous avons indiqué plus haut, mais dont nous avons en même temps montré les graves inconvénients.

D'après ce qui précède, nous pouvons maintenant formuler les conditions à remplir pour que le matériel de touage se prête à un bon service.

Au lieu des toueurs actuels, il faudrait employer des remorqueurs toueurs, c'est-à-dire d'excellents remorqueurs à hélice ou à roues, munis d'un appareil de touage dont ils ne se serviraient qu'à la remonte. Cet appareil devrait être simple, ne pas détériorer la chaîne et permettre de la jeter à l'eau sans difficulté en tous points du parcours.

Le service en relais serait ainsi supprimé. Les toueurs, à la remonte, conduiraient leurs trains à destination sans troquage. A la descente, ils fonctionneraient comme des remorqueurs libres. Le service se ferait à deux voies sur une chaîne unique : il gagnerait par conséquent en régularité, en célérité, en puissance de trafic et en économie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tout dépend donc de la découverte d'un système d'entraînement qui permette de réaliser les conditions que nous venons de dire et qui la réalise en n'exigeant sur les appareils qu'une très faible longueur de chaîne assez faible pour qu'on la puisse jeter à l'eau à un point quelconque sans y créer un mou dangereux.

III. — Le problème supposé résolu en ce qui concerne l'appareil de touage, il reste, dans un service organisé conformément au programme ci-dessus, une difficulté : c'est le maintien de la chaîne en bonne place. Quand un toueur va aborder une courbe et dès que l'effort de traction se fait sentir sur la chaîne posée dans cette courbe, celle-ci tend à venir vers le centre d'autant plus que l'effort est plus grand : elle se place suivant une ligne de moindre longueur que celle occupée primitivement et par suite il se produit du mou au point où est le toueur.

Si on peut garder ce mou à bord pour le restituer petit à petit pendant le passage de la courbe, on arrivera à remettre la chaîne à la place qu'elle occupait primitivement : il faut pour cela au delà de l'appareil de touage un frein réglable grâce auquel on puisse, selon les besoins, évacuer à l'arrière tantôt moins (avant l'entrée en courbe) tantôt plus (pendant le passage de la courbe) de chaîne qu'il n'en entre par l'avant. Faute de ce frein, le mou retombant à l'eau au moment où il se produit n'est plus à disposition quand on en aurait besoin et le toueur montant laisse derrière lui la chaîne plus près de la rive convexe qu'elle n'était avant son passage.

C'est ce qui se passe, par exemple, sur la Seine : le mou, quand il se produit, tombe de suite à l'arrière; parfois, mais rarement, il s'accumule entre les galets du chemin de chaîne, et les hommes doivent alors l'aider à s'écouler. C'est ce qui se passe encore sur les toueurs de l'Elbe, du Neckar, du Mein : là, il y a, en arrière de l'appareil de touage, un puits à chaîne descendant jusqu'à la fonçure (notons que la profondeur de ces bateaux est à bien peu de chose près la profondeur même de la rivière), de sorte que non seulement il n'y a plus empilage de chaîne sur les galets du chemin, mais la hauteur dont la chaîne doit se relever pour sortir du puits étant comparable à celle dont elle tombe au delà de la poulie d'arrière, le puits fait un peu effet de régulateur. Il ne remplace cependant pas un vrai frein qui se puisse régler à volonté et, dans toutes ces exploitations, aussi bien dans les dernières que dans les premières, la chaîne est déplacée derrière les toueurs montants et il faut mettre à profit les toueurs descendants agissant à la fois par leur masse et par leur vitesse pour la remettre en place.

Sur le Danube, par des courants très rapides et par conséquent sous l'action d'efforts de traction très considérables la chaîne se dévie plus encore, on la replace cependant immédiatement sans toueurs descendants grâce à l'existence en arrière de l'appareil de touage d'un grand puits et d'un frein puissant qui est constitué par un système de deux tambours à gorges, semblables, en plus petit,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aux treuils de touage, sur lesquels la chaîne fait plusieurs tours et qu'on maintient avec des freins à lames.

Dans tout service organisé avec des toueurs montant sur chaîne et descendant en route libre, il sera de toute nécessité d'avoir quelque chose d'analogue et ce frein sera d'autant plus nécessaire et devra disposer d'une puissance d'autant plus grande qu'il s'agira de rivières à plus grand courant.

Un système de frein plus ou moins complet étant indispensable dans l'hypothèse que nous avons admise, tout ce que nous avons dit de l'appareil de touage restera vrai de ce frein; il faudra de toute nécessité qu'il puisse agir en n'employant qu'une faible longueur de chaîne : il ne sera bon que s'il est tel qu'il ne détériore pas cette chaîne et qu'il laisse toute facilité pour l'enlever. A ce point de vue, le système pratiqué sur le Danube, acceptable, étant donné l'appareil de touage qui est en service sur ce fleuve, ne donnerait qu'une solution tout à fait insuffisante.

Il est clair, du reste, que l'effort résistant à demander au frein devra nécessairement être très inférieur à l'effort de traction, puisque les deux forces étant de sens opposé, leur différence reste seule disponible pour produire la marche en avant du convoi, qui est le but final à atteindre. Il est clair également, les deux opérations étant de même nature, et seulement de sens contraire, que les dispositions, quelles qu'elles soient, qui seront adoptées pour l'appareil de touage pourront être utilisées pour l'appareil de freinage : autrement dit, les considérations que nous venons de présenter n'ajoutent aucune condition nouvelle à celles que nous avons indiquées à la fin du chapitre II, comme devant permettre de réaliser une bonne solution du problème du touage.

Notons seulement en passant qu'elles rendent très sensible une des raisons pour lesquelles le touage n'a pu se développer sur des fleuves à cours très rapide où son emploi aurait été tout indiqué. Un toueur descendant, en effet, ne saurait marcher à toute vitesse : la chaîne le tenant, il peut, il est vrai, marcher moins vite que le courant, mais alors l'effort qu'il exerce agit dans les courbes pour déplacer la chaîne exactement dans le même sens que la marche montante, et il ne reste plus aucun moyen pour corriger l'effet produit.

IV. — De tout ce qui précède, il résulte, en somme, que si le touage, tel qu'il a été pratiqué jusqu'ici, présente des défauts assez sérieux pour que son développement en ait été entravé, ces défauts dérivent tous d'une seule et même cause, et qu'il suffirait de trouver un appareil donnant une très grande adhérence avec une très faible longueur de chaîne qu'il ne fatiguerait pas d'une façon anormale, pour les corriger tous.

Cela fait, le touage, semble-t-il, reprendrait, dans un très grand nombre de cas, une supériorité marquée sur le remorquage.

Le problème ayant été ainsi posé par M. Molinos, président de la Compagnie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de touage de la Basse-Seine et de l'Oise, cette Société s'est depuis plusieurs années appliquée à en rechercher la solution.

Des essais anciens avaient montré que tout système d'engrenage avec la chaîne (poulies à empreintes, etc.) devait être écarté à cause de l'impossibilité, sinon d'avoir, au moins de conserver la chaîne exactement calibrée.

La prise de la chaîne par un procédé analogue au halage à la main, au moyen de corps saillants attachés de distance en distance, a été étudiée, mais a paru devoir présenter des difficultés de réalisation considérables.

Des essais ont été faits à l'atelier et ont donné de bons résultats, avec une poulie munie de trois griffes susceptibles de serrer vigoureusement la chaîne et actionnée par de l'eau comprimée. On conçoit qu'un système de distribution fasse que chacune de ces mâchoires ne serre la chaîne qu'à partir de son point d'entrée sur la poulie et seulement jusqu'à son point de sortie. L'appareil, cependant, était un peu délicat pour un service aussi rustique que celui du touage, il comportait une pression de nature à fatiguer la chaîne et, si la poulie était de petit diamètre, il exigeait une assez forte dépense en eau comprimée. Or, il y a intérêt à prendre des poulies de faibles dimensions, sinon elles doivent tourner avec une extrême lenteur et on est conduit alors à des transmissions plus compliquées et à des organes très lourds et massifs.

On a pensé enfin à obtenir l'adhérence en pressant la chaîne sur le pourtour de la poulie au moyen de galets serrés à pression constante, par de l'eau comprimée : ici, plus encore que dans le cas précédent, on était conduit à des pressions excessives et destructives.

On en était là, quand M. de Bovet eut l'idée d'aimanter la gorge de la poulie, pensant obtenir un effort considérable, grâce à la superposition de l'effet dû à l'attraction magnétique et de l'effet dû à l'enroulement suivant un grand angle d'un organe flexible. L'expérience seule pouvait montrer si le résultat obtenu serait à lui seul suffisant ou dans quelle mesure il permettrait de diminuer l'effort à demander à des dispositions mécaniques, s'il en fallait conserver.

Un premier essai en petit ayant donné des résultats encourageants, on décida la construction d'une poulie de la dimension de celles qu'on pourrait employer en service courant. Nous venons de montrer qu'il y a tout intérêt à s'en tenir à de petits diamètres : on s'arrêta à $1^{m},25$.

Le programme consistait à placer la chaîne au contact de deux pôles d'un électro-aimant, très voisins, de façon qu'elle pût (étant en fer doux) fermer en court circuit le circuit magnétique développé par le passage d'un courant. Pour obtenir le maximum d'effet avec la moindre dépense de courant, il fallait faire cet électro-aimant, c'est-à-dire la poulie de touage en acier doux et y employer de grosses masses de métal, un poids considérable ne devant avoir en l'espèce aucun inconvénient.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut voir fig. 5 (pl. 95) un dessin de la poulie d'essais construite par les soins de MM. Sautter, Harlé et Cie. La gorge lisse passée au tour est construite de façon que les anneaux de la chaîne qui doivent se présenter successivement, l'un dans un plan vertical, l'autre dans un plan normal au premier, s'y emboîtent avec le moindre jeu possible afin de réduire au minimum les entrefers.

Les dimensions ont été établies d'après celles de la plus grosse chaîne qui soit en service sur le parcours; on devait donc s'attendre à une adhérence bien moindre dans les parties du trajet où la chaîne vieille et usée présenterait à la fois un poids moindre par mètre et un jeu assez notable dans la gorge. Mais il faut remarquer que cette chaîne vieille est toujours dans les endroits où la résistance du courant et par conséquent l'effort de traction sont les moindres; il était permis d'espérer que dans ces conditions il resterait là encore une adhérence suffisante si on en obtenait assez avec la chaîne neuve pour les parties les plus dures du parcours. Pour ces dernières, nous estimions que l'effort de traction n'arrive jamais à 6 000 kilos et qu'on serait dans de bonnes conditions de sécurité si on pouvait atteindre ce chiffre avec de la chaîne neuve.

L'angle total enroulé par la chaîne sur la poulie devait nécessairement être inférieur à 360°, ou s'arrêter à 270° au maximum, chiffre difficile à dépasser à raison des nécessités de construction.

Le dessin (fig. 5) donne toutes les dimensions de la poulie d'essai formée de deux flasques en acier fondu. L'emplacement réservé au logement du fil est fermé par une bague en bronze avec joints de caoutchouc (on peut, du reste, par surcroît de précaution, enfermer la bobine dans une boîte soudée); les boulons de la couronne extérieure sont aussi en bronze : en fer ils donneraient lieu à une perte de flux. Les fils d'amenée du courant passent au centre de l'arbre et aboutissent à deux bagues isolées sur lesquelles frottent deux balais.

L'appareil, on le voit, est des plus robustes. Seules les lèvres sont exposées à l'usure. Pour des poulies à mettre en service courant il y aura lieu de rapporter ces lèvres sous forme de deux bandages faciles à remplacer. L'entretien d'une poulie aimantée de ce genre deviendra alors extrêmement simple. Nous donnons (fig. 4) un dessin indiquant ces dispositions.

La partie représentée fig. 5 a été essayée, au repos, dans les ateliers des constructeurs; sans insister sur le détail de ces essais, nous nous contenterons d'en résumer rapidement les principaux résultats.

On a d'abord recherché quel était le courant limite qu'il ne devait pas y avoir intérêt à dépasser. Cette recherche a été faite avec un élément complet de chaîne neuve (la vieille chaîne devant nécessairement être saturée par un courant moindre) composé d'un anneau et de deux demi-anneaux disposés au bas de la gorge et soutenant une caisse où l'on plaçait des poids jusqu'à produire l'arrachement. On a trouvé que l'effort d'arrachement ne dépassait pas pour les deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

anneaux 300 kilos et que le courant au delà duquel on ne constatait plus d'augmentation de la force portante était de 48 ampères correspondant à 37 000 ampères tours et à une dépense de 4,5 chevaux.

Ce courant maximum correspond à la saturation de la chaîne neuve, chaîne de $26^{mm},5$, pesant 15 kilos et demi le mètre, et nous n'avons pas pu mesurer la résistance au glissement de cette chaîne enroulée sur 3/4 de tour de la poulie : les dispositions prises ne permettaient pas en effet de dépasser sans imprudence un poids de 7000 kilos environ qui s'est trouvé insuffisant à provoquer un entraînement quelconque.

Avec de la chaîne vieille retirée du service au maximum d'usure et de déformation, réduite à un poids de 9 kilos environ par mètre, la limite d'adhérence à sec, pour un enroulement de 3/4 de tour a été trouvée comprise entre 6 000 et 6 500 kilos; mais ce résultat est obtenu avec une dépense de courant de 3 chevaux seulement. Il va sans dire qu'avec la chaîne neuve ce même courant réduit permet de porter au delà des 6 500 kilos.

Le mouillage à l'eau ordinaire ou à l'eau de savon (qui nous paraît devoir donner à peu près la même onctuosité que la vase) a fait perdre environ 10 p. 100.

Même vrillée, la chaîne neuve a porté sans glisser le poids maximum qui ait été essayé et cette même chaîne vrillée autant que possible, mal placée par conséquent dans les gorges et huilée a refus, a porté, toujours sur 3/4 de tour d'enroulement, plus de 4 000 kilos.

L'adhérence est bonne : quand le courant est suffisant elle se maintient même s'il y a des chocs. Quand pour un courant donné le poids limité est dépassé il y a glissement plus ou moins rapide selon que le poids est dépassé, d'une quantité plus ou moins grande. La poulie constitue donc par elle-même un limiteur de force.

Nous ajouterons une dernière remarque; nous avons dit plus haut que nous avons mesuré la force nécessaire pour produire l'arrachement suivant le rayon d'un système de deux anneaux; or, si l'on appelle f la force d'arrachement ou la force d'attraction normale rapportée à un centimètre de longueur de chaîne, les mêmes conditions de courant et de chaîne qui donnent pour la longueur totale enroulée sur 3/4 de tour $\Sigma f = 4\,000$, donnent comme effort nécessaire pour produire le glissement de la chaîne dans la gorge 6 000 kilos. Ce résultat anormal nous semble bien montrer que l'effet mécanique d'enroulement intervient pour une forte part dans les résultats constatés.

Toutes ces expériences ont été faites au repos, mais en service la vitesse prévue à la circonférence d'une poulie de touage du diamètre de celle qui était en expérience, est d'environ un mètre, et chacun sait qu'à ces vitesses les coefficients de frottement sont les mêmes qu'au repos. Tout au plus y a-t-il à craindre une perte équivalant au manque de quelques degrés d'enroulement et provenant du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

retard que peuvent mettre les éléments de chaîne en marche à arriver à leur état d'aimantation maximum. Il n'a pas paru qu'il y ait rien à redouter de ce fait, étant donné que les résultats acquis dépassaient de beaucoup les besoins et, les expériences terminées, la Compagnie de la Basse-Seine et de l'Oise a décidé de construire un toueur pour y appliquer une poulie magnétique, celle justement qui avait servi aux essais.

Notons en passant qu'il serait possible de construire la poulie d'autre manière pourvu que l'on conservât la fermeture en court circuit au moyen de la chaîne du ou des circuits magnétiques à créer.

C'est ainsi qu'on pourrait disposer des noyaux d'électros suivant les rayons d'une poulie, comme dans une armature de machine Gramme à courants alternatifs; ou le long de la jante normalement au plan de la poulie, comme dans une armature de machine Siemens à courants alternatifs. Avec addition d'un collecteur convenablement disposé, ces dernières dispositions permettraient de supprimer le courant dans la région où doit se produire la séparation de la chaîne et de la poulie, et d'amener par conséquent le décollement sans travail. Mais elles conduiraient à des appareils d'une construction plus compliquée et surtout d'un entretien plus délicat, et il a paru préférable, ne fût-ce qu'à cause de sa grande rusticité, de prendre le dispositif qui a été décrit, quitte à décoller de force la chaîne, et à dépenser pour cela un peu d'énergie, très peu à coup sûr; si on se reporte au chiffre donné plus haut pour la force d'arrachement rapportée au centimètre de longueur de gorge et si l'on admet qu'après un écart de 2 centimètres par exemple, il n'y a plus de travail à faire, il est facile de compter qu'à la vitesse prévue le travail à dépenser n'est que d'environ un demi-cheval.

V. — Dans un rapport présenté par MM. Molinos et de Bovet au 5e Congrès de navigation (Paris 1892), rapport dont ce qui précède est en grande partie extrait, nous avons donné la description et les plans du toueur que la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise faisait construire pour y appliquer le système dont nous venons de parler.

Le bateau n'était pas achevé; sa construction était très avancée et devait être terminée conformément aux indications que nous donnions alors, mais nous ne pouvions, au sujet de son fonctionnement, émettre que des prévisions.

Il est maintenant achevé et mis en service régulier, les essais ne nous ont conduit à introduire dans les dispositions primitivement adoptées qu'une légère modification, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en comparant notre description d'alors à celle qui va suivre.

Ce bateau, construit par M. Satre, de Lyon, est représenté fig. 1, 2 et 3 (pl. 95).

Sa longueur est de 33 mètres, la largeur en dedans des ceintures est de 5 mètres, le creux $2^{m},70$, le tirant d'eau moyen en marche comme toueur est de $1^{m},90$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a naturellement profité de l'existence d'une grande profondeur d'eau, en Seine, pour adopter une hélice d'assez grandes dimensions.

La machine est du type pilon Compound; elle est placée sensiblement au milieu du bateau; au moyen de deux embrayages, elle peut actionner à volonté l'hélice (commande directe) ou l'appareil de touage (commande par roues d'angle).

Elle doit développer 150 chevaux et fait 150 tours par minute en marche sur hélice et environ 80 chevaux à 90 tours en marche sur chaîne.

Au côté de l'arrière se trouvent deux chaudières de $50^{m},2$ de surface de chauffe chacune; du côté de l'avant, l'appareil de touage dont les transmissions sont clairement indiquées sur le dessin.

On a conservé les deux gouvernails, comme dans tous les toueurs : celui d'avant est compensé dans un sens tel que, quand il sera fixé au repos (quand le bateau marchera avec l'hélice), il n'ait aucune tendance au retournement. Les deux roues de commande sont ramenées au voisinage l'une de l'autre à côté du poste du capitaine, celle d'avant en G, celle d'arrière en G'.

Au lieu des coques informes des toueurs actuels, on a donné à celui-ci une coque ayant des formes telles qu'il puisse avoir comme remorqueur une allure satisfaisante.

En marche sur une chaîne, le bateau sera sensiblement de niveau dans le sens de la longueur. Dans cette situation, l'avant s'élargit assez vite à la flottaison pour assurer une stabilité suffisante même en cas de traction oblique de la chaîne.

En marche sur hélice, l'arrière doit être plus enfoncé et l'avant relevé présente des formes plus fines. On a disposé, pour réaliser ce changement d'assiette, deux compartiments de water ballast W et W', l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, avec une pompe qui permet de faire passer une certaine quantité d'eau de l'un dans l'autre.

La forme générale du pont a été conservée telle qu'elle est aujourd'hui. A l'avant et à l'arrière la chaîne passe sur des aiguilles F F' semblables à celles qui se trouvent actuellement sur les toueurs de la Compagnie, puis entre les galets verticaux E E'.

A partir des galets verticaux d'avant elle suit le chemin de chaîne D pour arriver à la poulie de touage A sur laquelle elle peut s'enrouler de 3/4 de tour. Elle est, à l'entrée et à la sortie, guidée par deux galets B et B' pour lesquels on a adopté une disposition symétrique par rapport au plan vertical de l'axe. Si le toueur en effet doit monter seulement sur chaîne (on le retournerait s'il devait faire un long parcours sur chaîne en descente), il n'en est pas moins exposé à marcher parfois en arrière, ne fût-ce que pour des manœuvres. Les deux galets guides d'entrée et de sortie sont montés sur chariot; ils peuvent être écartés pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faciliter la mise en place et l'enlèvement de la chaîne ou encore pour permettre de diminuer l'angle d'enroulement.

Quant à la poulie motrice, elle est montée en porte-à-faux et il suffit que le plateau antérieur soit partout maintenu à une distance de 2 ou 3 décimètres des parties en fer du pont et des machines pour éviter des pertes de flux de force.

Au sortir de l'appareil de touage, la chaîne suit vers l'arrière le chemin de chaîne D', à la suite duquel et avant les galets verticaux on a ménagé un puits L et un frein M dont le rôle a été indiqué précédemment.

Le touage sur la partie de la Seine où ce toueur doit être mis en service n'offrant pas de difficulté sérieuse et ne nécessitant pas de très grands efforts, il nous a paru suffisant de donner au puits des dimensions telles, qu'il puisse recevoir 20 à 25 mètres de chaîne. La forme en plan incliné de l'avant vers l'arrière a pour but d'éviter l'entassement de celle-ci sur le brin sortant. Quant au frein, il est formé d'une poulie construite comme la poulie de touage, mais avec des dimensions moindres, $0^{m},50$ seulement. Montée libre sur les coussinets qui reçoivent son axe, tant qu'elle n'est pas aimantée elle fonctionne comme un simple galet de support, mais un rouleau très solidement monté sur le même bâti, et placé immédiatement en arrière, oblige la chaîne à y embrasser à demeure un arc d'environ 90°. De la sorte, quand on envoie du courant, l'action de l'aimant agit toujours sur une assez grande longueur de chaîne pour être sûrement efficace, ce qui n'aurait pas lieu si la chaîne ne touchait la poulie frein qu'en un seul point.

Sur le quart de tour inférieur de cette même poulie un sabot entoure la gorge à très faible distance avec toute liberté de se rapprocher quand il est attiré par l'aimantation, il retombe par son propre poids quand cette aimantation cesse. On comprend dès lors le fonctionnement du frein : l'émission de courant fait à la fois coller d'une part le sabot qui empêche alors la poulie de tourner, d'autre part la chaîne qui immédiatement mollit du côté du puits et vient naturellement s'appliquer de ce côté sur le quart de tour supérieur de la poulie ; elle embrasse alors un demi-tour complet et peut résister à un effort d'environ 1 000 kilos pour la chaîne neuve et le courant total. L'effet peut être du reste gradué en variant l'intensité de ce courant et l'écoulement a lieu sous l'action résultant du poids et de la tension de la chaîne tombant à l'arrière et de la résistance variable à volonté du frein. Il n'y a besoin pour la manœuvre que d'un commutateur et d'un rhéostat qui peuvent être placés sur le poste du capitaine.

Quant aux galets B et B' qui guident la chaîne à l'entrée et à la sortie de la poulie de touage, nous avons d'abord pensé qu'il pouvait être utile de faire celui d'entrée B en métal non magnétique pour désorganiser le moins possible le champ, de ce côté la précaution paraît superflue. Pour le galet de sortie B' on l'a fait au contraire en métal magnétique et avec une jante très épaisse, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

façon que, amené au contact de la grande poulie, il offre au flux un passage moins résistant que la chaîne, et que celle-ci devenue presque indifférente puisse décoller plus facilement. Par sécurité, pour assurer en tous cas ce décollement, on a ajouté un doigt H en métal dur non magnétique, épousant les formes de la gorge, placé en porte-à-faux, mais en outre soutenu par quatre galets de bronze qui roulent sur la poulie et reportent sur celle-ci les efforts auxquels le doigt peut être soumis, soit que la chaîne appuie sur une extrémité, soit qu'elle tende au contraire à la relever (fig. 3).

Puis, comme entre le galet B' et l'entrée du puits, le chemin de chaîne est très peu incliné, nous avions prévu, pour assurer à coup sûr l'écoulement de la chaîne, un galet rugueux placé au bout de ce chemin et susceptible d'être actionné en cas de besoin par une petite dynamo réceptrice.

En réalité l'action du galet B', très massif, a certainement quelque efficacité, mais elle est insuffisante pour assurer à coup sûr le décollement facile de la chaîne qui, dès que la tension du brin sortant faiblit, tend à bourrer entre la grande poulie, le galet et le doigt. Les premiers essais nous ont montré que les dispositions que nous venons d'indiquer étaient insuffisantes et qu'il fallait nécessairement exercer sur le brin sortant une tension constante pour produire le décollement à coup sûr.

Les chiffres d'expérience rapportés au chapitre précédent indiquaient du reste que cette tension n'avait pas à dépasser 300 kilos : il était donc facile de la réaliser avec un faible enroulement sur une petite poulie légèrement aimantée, à condition que celle-ci fût toujours maintenue en marche et toujours avec une vitesse de la circonférence égale, ou même légèrement supérieure à celle de la grande poulie.

Le mieux était de la conduire par une transmission mécanique recevant le mouvement d'un des appareils de touage. Cette transmission de mouvement est visible en J et en K sur la figure 1.

Deux galets-guides appuyant sur la chaîne l'obligent à décrire sur le galet aimanté un arc de 90° : il arrive cependant par moments que la chaîne se trouve très tendue, à l'arrière du toueur comme à l'avant. En pareil cas l'intervention du galet aimanté de l'entrée du puits de chaîne est inutile, mais les supports des deux petits galets-guides peuvent être soumis à des efforts considérables. Pour éviter d'avoir à les faire trop lourds, on les a montés avec des ressorts qui permettent aux galets de s'effacer à partir du moment où la tension générale de la chaîne dépasse 300 kilos, de façon qu'ils n'aient jamais à supporter des réactions exagérées.

Dans la chambre des machines, une petite dynamo réceptrice actionne une pompe centrifuge qui fournit de l'eau pour le lavage du pont et de la chaîne et pour les manœuvres des compartiments de water-ballast.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le courant nécessaire aux divers appareils électriques est fourni par un moteur spécial actionnant directement une dynamo installée en T. On ne pouvait pas en effet demander ce travail à la machine principale et laisser ainsi la production du courant dans la dépendance des manœuvres du bateau.

Le tableau de distribution et les boîtes de résistance sont dans la chambre des machines; les commutateurs qui permettent de régler le courant dans la poulie de touage, dans le frein et dans la poulie P sont enfermés dans une boîte placée sur la passerelle à côté de la roue du gouvernail arrière. Cette boîte, bien close, ne laisse passer que les manettes de manœuvre : elle est fermée devant les touches par du verre qui laisse voir à l'intérieur où se trouvent en outre pour la nuit deux lampes à incandescence.

De sa passerelle légèrement surélevée au-dessus du pont (elle se trouve au-dessus de l'arbre qui porte la grande poulie), le capitaine a sous la main la roue du gouvernail arrière, dont la manœuvre lui incombe et les divers commutateurs qui lui permettent d'agir lui-même, sans avoir besoin de faire appel aux hommes de l'équipage, sur toutes les parties du mécanisme qui intéressent la chaîne à son passage sur le toueur; il est, de plus, placé de façon à voir très aisément comment elle se comporte sur la grande poulie, et à pouvoir donner facilement les ordres à l'homme qui est chargé du gouvernail avant.

Tout ce qui, sur le pont, peut faire une saillie gênante est reporté sur la moitié bâbord; la moitié tribord est entièrement libre pour les manipulations de la chaîne et sa mise à l'eau, le seul obstacle qu'elle rencontre et qui, du reste, ne cause aucune difficulté, sont les tabrins d'amarrage des remorques des trains de touage.

Quand le bateau se transforme en remorqueur, il doit tirer son train à la façon habituelle avec une corde unique; celle-ci peut s'attacher à un crochet spécial fixé à la base de la cheminée, à faible distance du plan du palier de butée de l'hélice. Elle est soutenue à l'arrière sur des rouleaux mobiles qui peuvent être enlevés facilement quand on fait du touage.

Enfin des portemanteaux sont disposés pour recevoir des moufles qui, en cas de besoin, peuvent faciliter les manipulations de la chaîne.

VI. — Tel que nous venons de le décrire, ce toueur a été mis en service sur la Seine au commencement de la présente année. Seul de son espèce pour le moment et fonctionnant concurremment avec d'autres toueurs du système ancien, il n'a pas naturellement encore permis de transformer les conditions d'exploitation, mais du moins il a complètement répondu aux prévisions en vue desquelles il avait été construit.

Il a prouvé ainsi qu'il y avait là une solution satisfaisante du problème tel que nous l'avons posé au début de ce mémoire. Nous n'avons pas cherché une puissance de traction plus grande que celle des toueurs anciens de la Compagnie qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est largement suffisante; il conduit à la remonte, pour des conditions égales de courant, des trains de même tonnage que les autres à une vitessse au moins égale. Il jette la chaîne en tous points du parcours avec la plus grande facilité (il y faut au plus de 5 à 10 minutes) sans la déplacer longitudinalement, sans créer de mou qui puisse gêner le toueur suivant; les trois ou quatre mètres de mou nécessaires s'obtiennent sur place en un tour de machine, en raidissant un peu la chaîne à l'avant.

Il conduit très correctement en route libre, comme un remorqueur quelconque, les trains de bateaux avalants.

Il réalise en somme les avantages que nous ne pouvions que faire prévoir dans notre mémoire de 1892 et que nous résumions alors ainsi.

1° Par rapport au système de touage communément employé :

Diminution considérable de l'usure de la chaîne, suppression des causes principales de rupture, suppression du service en relais, meilleure utilisation du matériel, augmentation de la puissance de trafic, réduction des dépenses d'exploitation.

Possibilité d'effectuer la traction à la descente dans les mêmes conditions que les remorqueurs ordinaires.

2° Par rapport aux remorqueurs :

Égalité en basses eaux.

Supériorité incontestable en hautes eaux.

Cet ensemble d'améliorations, si importantes à des points de vue divers, aboutit à une véritable transformation du touage, tel qu'il a été pratiqué jusqu'à ce jour, en lui apportant notamment ce qui lui manquait pour pouvoir donner à lui seul, et d'une façon complète, satisfaction aux divers besoins de la batellerie.

Remarquons qu'un bateau à vapeur muni, comme le toueur que nous venons de décrire, d'un appareil de propulsion et d'un appareil de touage se prêterait remarquablement à la navigation de certaines rivières, comme il s'en trouve dans plusieurs parties du monde où de longs biefs facilement navigables sont séparés par des rapides à peu près infranchissables avec les moyens ordinaires, et cela, soit qu'il s'agisse de remorquer les trains ou de faire passer le vapeur seul.

Nous avons étudié l'appareil que nous venons de décrire en vue du touage sur chaîne, le seul dont nous ayons parlé jusqu'ici.

Nous n'ignorons pas qu'on a de divers côtés essayé de substituer un câble à la chaîne; toutes ces tentatives, du reste, ont échoué à la seule exception de l'application du touage sur câble faite sur le Rhin.

Le succès de cette dernière est, croyons-nous, dû uniquement à une particularité locale; au fait que sur le parcours exploité le fond est parsemé de pointes de roches qui empêchent le câble de se riper dans les courbes et le retiennent si

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bien qu'elles ne le laissent échapper parfois qu'à petite distance à l'avant du toueur en donnant un coup de fouet dans un plan vertical auquel la chaîne résisterait évidemment très mal. Il se trouve donc que cette circonstance spéciale, d'une part vient corriger le principal inconvénient du câble de touage, et d'autre part en justifie l'emploi. Mais hors ce cas particulier et en thèse générale nous estimons que le câble est un organe de touage absolument inférieur à la chaîne.

A cause de sa faible durée, il n'est pas plus économique, au contraire; ne pouvant s'enrouler que sur de grands diamètres il exige des appareils beaucoup plus lourds et encombrants.

Trop léger, il se déplace dans les courbes, sous l'action de l'effort de traction, de quantités infiniment plus grandes que la chaîne et telles qu'elles rendent le passage du toueur extrêmement difficile, malgré la plus grande facilité relative de gouverner que l'on a attribuée au toueur à câble et que pour notre part nous croyons absolument contestable.

S'il casse moins souvent, par contre le repêchage est plus laborieux et le raboutage infiniment plus compliqué.

Il donne, il est vrai, un roulement plus moelleux, mais nous ne croyons pas que ce seul avantage puisse compenser tous les inconvénients que nous venons de dire.

Nous ne pouvons que signaler ici ces différents points, car leur discussion nous entraînerait à tout un mémoire annexe, et nous ne le faisons que pour expliquer pourquoi, dans la recherche des améliorations à apporter à l'industrie du touage, nous nous sommes préoccupé exclusivement du touage sur chaîne.

Nous devons faire remarquer cependant que, dans les rares circonstances où l'usage du câble pourrait être légitime, des poulies aimantées analogues à celle que nous avons décrite pourraient avantageusement remplacer la poulie à mâchoires infiniment plus délicate, plus chère, et qui exerce sur le câble une action destructive violente.

Sur la poulie de touage telle que nous l'avons décrite la chaîne vrillée passe en conservant une adhérence suffisante, mais elle se redresse parfois dans les gorges, ce qui donne lieu à des chocs. Il est préférable à tous égards de veiller à ce que la chaîne soit maintenue sans vrillage, d'autant plus qu'on lui assure ainsi de bien meilleures conditions de conservation. Cela est d'autant plus facile à obtenir avec quelques émerillons que l'appareil de touage dans son ensemble opère d'une façon très efficace le dévrillage quand la chaîne a été mal posée.

Il serait possible d'établir la poulie avec une gorge unique, au lieu des deux gorges que nous avons adoptées, dans laquelle les anneaux successifs passeraient; d'après quelques essais nous estimons qu'avec une bonne construction de cette gorge, la piste d'adhérence serait, par rapport au système des deux gorges, de 1/3 environ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La première disposition nous paraît meilleure.

L'adhérence totale augmente avec le poids de la chaîne; dans les cours d'eau à marche très rapide il faut avoir de la chaîne beaucoup plus lourde que celle qui est employée sur la Seine. On arrivera donc à avoir même dans ce cas assez d'adhérence sans qu'il soit besoin d'exagérer le diamètre de la poulie. Notons, du reste, qu'on pourrait aimanter et rendre moteurs les deux galets B et B' (fig. 1 et 3), et augmenter ainsi la longueur de chaîne active et par suite l'adhérence totale. En ce cas, en prenant la précaution de donner une aimantation moins intense au galet B', on pourra lui faire jouer le rôle de la poulie P et supprimer l'appareil d'entrée du puits de chaîne.

VII. *Autres applications de la poulie aimantée. Traction mécanique sur les canaux.* — La poulie magnétique que nous venons de décrire est susceptible d'autres applications assez nombreuses.

Nous signalerons tout d'abord qu'elle nous paraît pouvoir apporter une solution satisfaisante au difficile problème de la traction mécanique sur les canaux. On connaît l'importance et les difficultés de la question. Sur les canaux où les écluses sont petites et ne peuvent donner passage qu'à un seul bateau à la fois, la traction par trains est économiquement impraticable et il faut que le moyen employé, quel qu'il soit, permette la traction individuelle et indépendante de chaque bateau. Le halage par chevaux a seul jusqu'ici permis d'obtenir ce résultat, tout en arrivant à des prix extrêmement bas qui sur des canaux très fréquentés tombent au-dessous de 4 millimes par tonne kilométrique.

Il n'y a pas à espérer qu'un procédé mécanique quelconque amène à réaliser sur ces prix une diminution bien sensible; encore faut-il qu'il n'entraîne pas une augmentation et pour cela, entre autres conditions, qu'il n'exige pas d'accroissement de l'équipage normal. Sur les canaux, cet équipage normal se réduit d'ordinaire à un seul homme. Le véritable avantage qu'on en doit attendre c'est, avec une petite augmentation de vitesse, une régularité de service incomparablement plus grande qui permette de soustraire le marinier aux aléas du halage et d'augmenter la capacité de la voie.

Cet avantage est d'assez grande importance pour justifier l'intérêt qu'ont provoqué les tentatives déjà nombreuses faites en vue de substituer la traction mécanique au halage; nous citerons parmi les dernières et les plus retentissantes les essais de halage funiculaire entrepris sur le canal de Saint-Quentin par M. Oriolle, et sur le canal de Saint-Maur, par M. l'ingénieur en chef, Maurice Lévy.

A une époque antérieure, d'autres essais avaient été poursuivis par M. Bouquié en partant d'un principe tout différent : il voulait noyer dans le canal une ou deux chaînes de touage et transformer pendant la durée de sa traversée chaque péniche en un toueur indépendant. Pour cela il installait à bord à l'entrée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le canal un appareil de touage monté sur un châssis facile à fixer sur le bateau et une locomobile. Celle-ci commandait par courroie l'appareil de touage comprenant les transmissions de mouvement convenable par roues dentées, des galets de guidage de la chaîne et une poulie toueuse à empreintes.

Tout ce matériel repris à la sortie du canal devait être livré à une autre péniche y entrant pour faire le voyage en sens inverse. La poulie à empreinte est en fait un organe défectueux comme tout ce qui comporte un système d'engrenage avec une chaîne qui peut être calibrée au début, mais dont le pas ne tarde pas à varier et à varier irrégulièrement.

Le système de M. Bouquié avait un autre défaut : c'est que l'emploi d'une locomobile exigeait un mécanicien et se traduisait alors par une dépense tout à fait excessive. Il avait cependant, par rapport à tous les systèmes funiculaires, un avantage auquel nous attachons pour notre part une grande importance, c'est de ne pas exiger l'emploi d'organes maintenus en mouvement à de grandes distances des appareils de commande et hors de toute surveillance.

Or il nous semble possible de conserver les avantages et de supprimer les inconvénients de ce système.

La poulie à empreinte peut être remplacée par une poulie aimantée dont le fonctionnement sera le même que sur le toueur que nous venons de décrire, mais à laquelle, pour l'effort à produire, il suffira de donner un diamètre de 0,40 avec de la chaîne pesant environ 4 kilos le mètre.

Il faudra fournir du courant à cette poulie : mais il faudra aussi fournir au moteur l'énergie nécessaire et il sera dès lors tout naturel de la demander à une distribution d'électricité existant tout le long du canal, d'autant mieux que ce qu'il faut en somme, c'est donner à chacune des péniches réparties sur la voie la petite quantité de travail (3 chevaux environ) dont elle a besoin et l'électricité se prête remarquablement à cette distribution.

Le mécanisme à installer sur chaque bateau à son entrée dans un canal pour en faire un toueur se réduit alors à une dynamo motrice et aux transmissions de mouvement convenables entre cette dynamo et une poulie magnétique de touage. Le tout ne demande guère plus d'un mètre carré de surface avec un poids d'environ 1 500 kilos, et peut être enfermé dans une boîte d'où sortent seuls la poulie de touage avec les galets guides de la chaîne.

Le courant serait pris sur une ligne aérienne; cela se fait couramment dans les installations de tramways électriques, et se fera plus facilement encore dans le cas présent puisque l'on marchera à très petite vitesse. Il ne nous paraît pas impossible qu'on puisse simplifier l'installation de cette ligne en faisant le retour du courant par la chaîne noyée.

De la boîte sortirait, à l'opposé de la poulie, la poignée d'un commutateur à trois touches correspondant à la marche à grande vitesse, à demi-vitesse et à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'arrêt; le marinier n'aurait besoin de personne pour ces manœuvres très simples, de personne non plus pour jeter une chaîne légère, ni pour la reprendre avec une gaffe par des profondeurs de 2 mètres. Il aurait donc toujours à sa disposition la force nécessaire pour marcher, en conservant cependant toute latitude de s'arrêter et par conséquent une indépendance complète.

On aurait dans le canal une ou deux chaînes, selon que l'activité de circulation laisserait ou non le temps nécessaire aux manœuvres du croisement. Des moyens de guidage pourront facilement être installés dans les courbes à rayon assez petit pour qu'aucun déplacement de la chaîne puisse être à craindre.

Sur les canaux à grande fréquentation, le débit possible de la voie est limité par la durée de l'éclusage qu'il y a tout intérêt à activer le plus possible. La dynamo de chaque bateau pourrait être organisée de façon à être capable de donner un coup de collier aux écluses. Il serait cependant très préférable, à notre avis, de disposer à l'écluse même des cabestans destinés à aider au passage et qui seront naturellement actionnés électriquement.

La distribution serait faite à une tension non dangereuse, au moyen d'usines centrales et de postes de transformation. Chaque usine centrale enverrait du courant à haute tension à au moins deux postes de transformation à droite et à gauche, et contiendrait en outre une génératrice à basse tension alimentant directement la ligne en même temps que les transformateurs.

Chaque poste de transformateurs pourrait être livré à la surveillance des éclusiers; il n'y aurait besoin de personnel spécial qu'aux usines centrales qui pourraient être distantes d'au moins 40 kilomètres.

Nous ne donnons ici que les grandes lignes d'un programme, l'étude s'en poursuit et nous espérons, conformément au vœu exprimé par le dernier Congrès international de navigation, arriver d'ici peu à un essai du système.

Traînage par chaînes flottantes. — Il est clair qu'au lieu de se haler sur une chaîne fixe, comme fait une locomotive sur les rails, la même poulie magnétique peut en tournant entraîner la chaîne. Elle s'adapterait donc parfaitement à tous les traînages par chaîne flottante pour lesquels la principale difficulté a été jusqu'ici de trouver un bon organe d'entraînement de la chaîne.

Transmission par chaînes non calibrées. — Elle se prêterait de même à la transmission de mouvement par chaîne entre deux arbres permettant d'éviter les ennuis que donnent tous les systèmes d'engrenage de chaîne par suite de la variation du pas au bout d'un temps plus ou moins long. Pour ce cas particulier nous conseillerons de préférence l'emploi de chaînes fortement étançonnées qui donnent, avec une meilleure fermeture du champ, une meilleure utilisation.

VIII. —*Freins. Freins de chemin de fer.* —En modifiant légèrement les formes de la gorge de la poulie et en remplaçant la chaîne par une lame flexible munie de sabots pouvant s'adapter dans la gorge (fig. 1 et 2), on peut réaliser un frein

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à la fois très souple, très robuste et très aisément modérable. Ici, comme dans le cas de la chaîne, l'effet dû à l'enroulement d'un organe flexible intervient d'une façon très efficace, ce que quelques mesures nous ont permis de mettre bien en évidence.

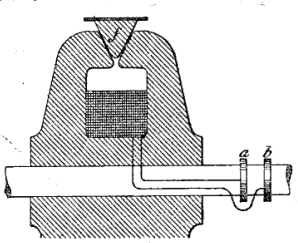


Fig. 1. — Coupe du frein.

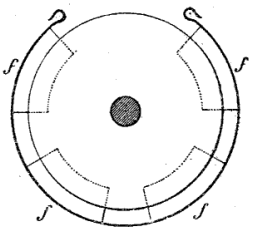


Fig. 2. — Frein magnétique.

Ces essais ont été faits avec le système représenté fig. 1 et 2 dans lequel la poulie en fonte avait 0,40 de diamètre moyen à la gorge. On a mesuré l'effort nécessaire pour produire avec des courants variables le glissement d'un sabot

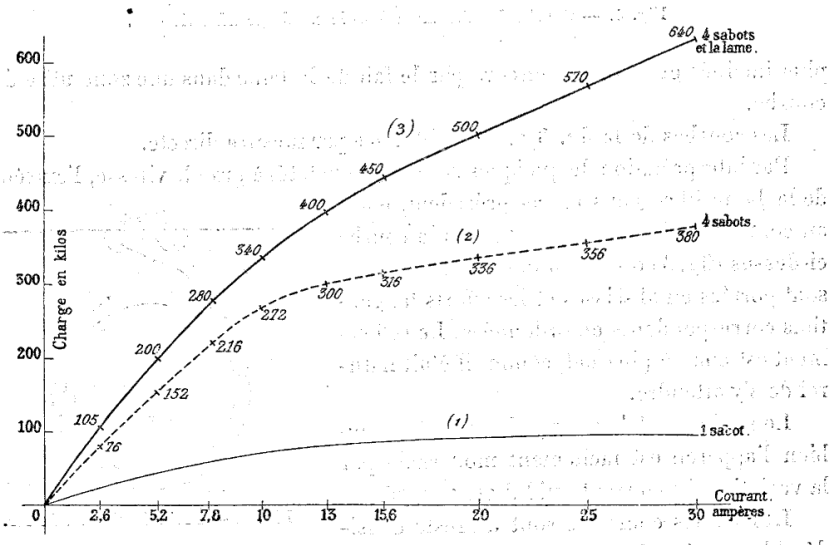


Fig. 3. — Courbes des efforts de glissement des sabots.

seul et détaché de la lame; d'où on peut déduire l'effort qui serait nécessaire pour les 4 sabots supposés toujours détachés de la lame. Puis on a remis la lame et mesuré avec les mêmes courants les nouveaux efforts de glissement. Les résultats obtenus sont indiqués par les courbes de la fig. 3.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La lame tirée par une de ses extrémités était entièrement libre à l'extrémité opposée, l'effet n'en est pas moins très net; dans la région où un accroissement d'aimantation ne donne presque plus rien (la tangente aux courbes 1 et 2 est presque parallèle à l'axe des x), on voit que la tangente à la courbe 3 est bien

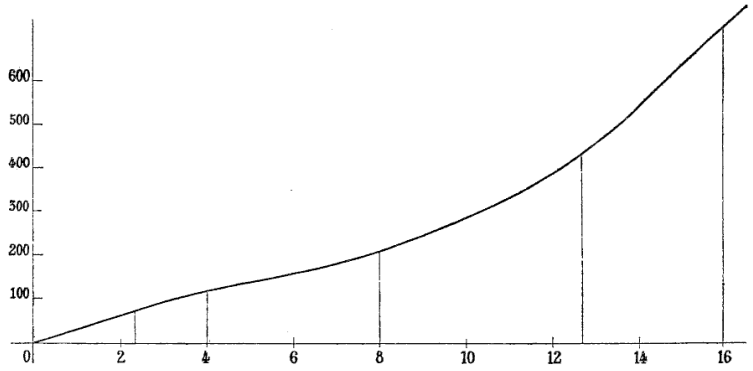


Fig. 4. — Courbe de glissement dans le cas de grandes vitesses.

plus inclinée et qu'on est encore par le fait de la lame dans une zone utile de la courbe.

Les courbes de la fig. 3 ont été obtenues par mesure directe.

Par interprétation de quelques résultats constatés à grande vitesse, l'extrémité de la lame libre dans le cas précédent, étant au contraire ici attachée, on obtient la courbe ci-dessus (fig. 4) où les intensités du courant sont portées en abscisses et les efforts tangentiels correspondants en ordonnées. Le relèvement est encore plus net, comme il était naturel de s'y attendre.

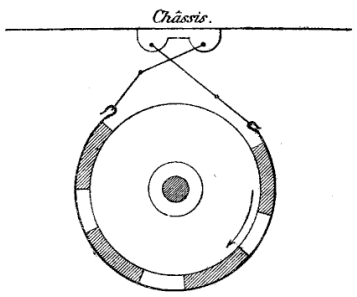


Fig. 5. — Frein de chemin de fer.

Le seul aspect de ces courbes montre combien l'appareil est facilement modérable par la variation du courant qui lui est envoyé.

Les efforts constatés sont du reste considérables eu égard aux dimensions de l'appareil, il est donc permis de penser qu'on en pourrait faire un très bon frein de chemin de fer en disposant comme l'indique la fig. 5, soit une poulie au milieu, soit deux poulies vers deux extrémités de chaque essieu, embrassée par une lame reliée au châssis, au moyen de bielles à trois articulations permettant le jeu facile dudit châssis par le fait de la flexion des ressorts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'installation est à compléter par l'addition d'un support qui soutienne la lame dans une position fixe par rapport à l'essieu, pendant les périodes de desserrage, afin d'éviter le ballottement. Ce support prenant son point d'appui, par exemple, sur les boîtes à graisse est facile à réaliser de beaucoup de façons.

Autant qu'on en peut juger d'après des essais faits jusqu'ici seulement à l'atelier, il nous est permis de penser qu'avec des poulies de $0^m,40$ de diamètre construites en acier, une dépense de 40 watts par frein (en supposant une seule poulie sur chaque essieu) ou de 80 volts par wagon suffit à produire le plus gros effort de freinage qu'on puisse avoir à réaliser dans le cas des voitures lourdes et des très grandes vitesses des trains rapides.

Nous avons montré que ce frein est facilement modérable. Il est clair, étant donné la nature de l'agent employé, qu'il sera tout à fait simultané, qualité si recherchée, sans succès jusqu'ici, pour les freins de chemin de fer.

On peut l'alimenter au moyen de courant fourni par une dynamo placée sous

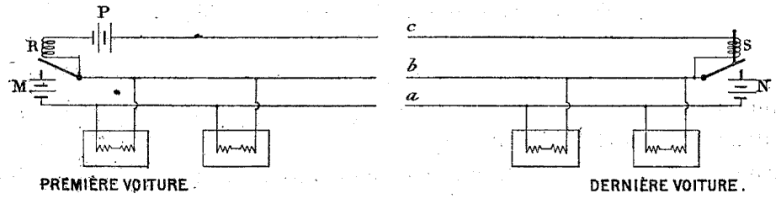


Fig. 6. — Disposition des freins magnétiques dans un train.

la locomotive, en mettant par exemple tous les freins d'un même train en série. On peut encore et préférablement l'alimenter avec des accumulateurs ; par les chiffres donnés plus haut, il est facile de se rendre compte qu'il ne sera pas besoin pour cela de batteries lourdes ni encombrantes, et en ce cas rien n'est plus facile que de rendre le frein automatique. Nous supposons, par exemple, que les appareils de chaque wagon sont ensemble en série, le groupe étant en dérivation sur la conduite générale alimentée par des batteries d'accumulateurs M et N, placées dans les fourgons de tête et de queue du train (fig. 6).

a et *b* sont dans les deux fils de la conduite générale, un troisième fil fin *c* forme avec *b* un circuit spécial alimenté par une batterie suplémentaire P. Le passage du courant dans le circuit *b c* tient ouvert le circuit *a b*; toute rupture fortuite ou voulue du circuit *b c* ferme le circuit *a b* et produit le freinage.

On peut (fig. 7) supprimer la batterie P en formant le circuit annexe avec les fils *a c* au lieu de *b c*.

Si, au lieu d'avoir des batteries dans les fourgons de tête et de queue, on place les accumulateurs dans chaque voiture, le circuit général alimenté par une batterie spéciale se réduit alors aux deux fils fins *c c'* (fig. 8).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Entre ces cas extrêmes on pourrait imaginer des combinaisons comportant des voitures en série, chaque série étant en dérivation sur un circuit général, ou contenant une batterie locale; mais de telles combinaisons seraient moins intéressantes en ce qu'elles aboutiraient à de sérieuses complications pour la formation des trains.

Dans tous les cas que nous venons d'indiquer, il est possible soit de faire la charge des accumulateurs ou leur remplacement à des stations déterminées, soit de faire la charge en route en ayant une dynamo sur le train. Une seule manœuvre

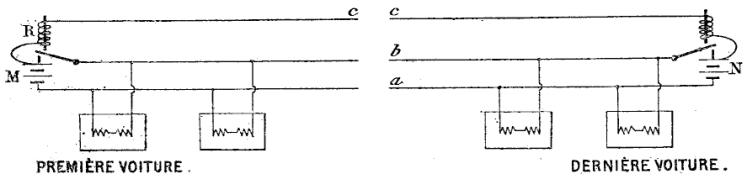


Fig. 7. — Seconde disposition des freins magnétiques.

de commutateur permet en ce cas le fonctionnement de tout le système sur les accumulateurs quand la dynamo est au repos et sur la dynamo quand les accumulateurs sont en chargement.

Nous nous sommes arrêté un peu longtemps sur cette application spéciale à raison de son importance, mais il est clair que le frein que nous venons de décrire peut en dehors des chemins de fer trouver d'autres applications. Il n'est lui-

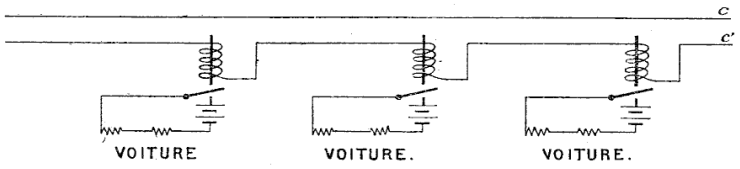


Fig. 8. — Troisième disposition des freins magnétiques.

même, comme on le voit, qu'une application tout à fait directe de la poulie magnétique imaginée en vue du touage sur chaîne.

IX. — *Poulies de transmissions. Embrayages.* — Au point de contact entre une poulie aimantée telle que nous l'avons décrite et une simple barre de fer tangente, l'effort nécessaire pour provoquer le glissement est naturellement très petit si on le compare à ce qu'on peut obtenir avec des chaînes ou des lames sabotées enroulées suivant des angles plus ou moins grands; il n'en reste pas moins suffisant pour pouvoir être dans quelques cas utilisable. Prenons, en effet, au lieu d'une barre droite un volant auquel la poulie aimantée sera tangente soit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

extérieurement, soit intérieurement; l'un des deux organes pourra entraîner l'autre, et on arrivera ainsi à transmettre un travail encore assez notable, si on marche à grande vitesse, ce qui est, entre autres, le cas de toutes les dynamos de petite dimension.

La fig. 9 donne le schéma d'une installation de ce genre dans laquelle la poulie aimantée est supposée placée à l'extrémité de l'arbre d'une dynamo avec son fil intercalé dans le circuit extérieur de cette dynamo. Si la dynamo est une machine génératrice recevant le mouvement du volant dont une partie seulement est figurée sur le dessin, il suffira au début qu'il y ait une légère pression entre le volant et la poulie pour provoquer l'entraînement de la dynamo qui à blanc ne demande presque aucun travail ; que le circuit soit fermé, il y aura immédiatement une résistance à l'entraînement, mais en même temps production de courant et aimantation de la poulie, l'adhérence entre ces deux pièces, qui doivent se conduire l'une l'autre, se développant à mesure de besoin un peu comme le champ même de la dynamo.

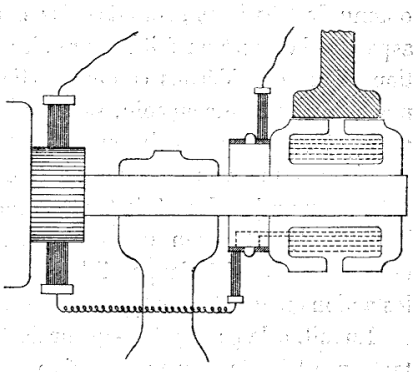


Fig. 9. — Embrayage magnétique d'un volant.

Il est clair que l'on peut envoyer dans les poulies aimantées soit le courant total de la dynamo, soit telle ou telle fraction du courant, soit un courant quelconque provenant d'une source étrangère et que l'on peut aimanter selon le cas, soit la petite poulie, soit le volant.

En tous cas nous estimons que le montage des appareils doit être fait de façon que la petite poulie exerce contre le volant une pression élastique légère, non pas de l'ordre de celles qu'il faut réaliser dans le cas des transmissions par friction mécanique et qui fatiguent très vite les coussinets, mais simplement telle que les coussinets ne travaillent pas plus que dans le cas des transmissions par courroies. On est ainsi assuré que les deux organes portent toujours, même s'il y a quelques défauts de tournage, et que rien ne viendra gêner l'action d'attraction mutuelle. Avec des petites poulies de 14 à 15 centimètres de diamètre et un contact utile suivant la génératrice commune de 5 à 6 centimètres seulement (et il est facile d'en donner plus), on arrive déjà à transmettre un effet de 40 à 50 kilos qui, aux grandes vitesses où marchent les dynamos, représente déjà un travail très appréciable.

Pour des petites forces, par conséquent, des appareils de ce genre peuvent être fort utiles en ce qu'ils permettent de diminuer beaucoup l'encombrement de certaines installations et de remplacer par une première transformation de vitesse des engrenages qui, aux allures très rapides, ne laissent pas de donner de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fréquents embarras. Avec la poulie tangente intérieurement au volant, ils permettent d'obtenir une transformation de vitesse en conservant la même disposition et le même emplacement à très peu près que si on avait une commande directe.

Naturellement, du moment qu'il n'y a contact que sur une seule génératrice, ils ne permettent pas de réaliser des efforts très considérables.

Les très gros efforts, on peut au contraire les réaliser facilement, en modifiant un peu la forme de la poulie et en remplaçant la chaîne ou la lame sabotée par une couronne en métal magnétique. On perd, il est vrai, l'effet mécanique dû à l'intervention d'un organe flexible, mais on peut arriver à une utilisation excellente du champ et en fait avec des résultats très considérables avec de très faibles dépenses de courant, et réaliser ainsi des embrayages simples dont nous avons obtenu de très bons résultats. Ces embrayages sont représentés fig. 10 ; le seul aspect de la figure en fait comprendre le fonctionnement et le mode de construction. Nous considérons comme particulièrement nécessaire de conserver aux mâchoires la forme en coin, sauf à adopter un angle assez ouvert pour qu'il n'y ait pas à redouter de coincement.

Cette forme a en effet un certain nombre d'avantages fort importants. Elle fait que, pour un jeu donné de la pièce mobile, l'écart entre les faces agissantes de l'électro-aimant de son armature est beaucoup moindre que ce jeu lui-même, et on conserve ainsi à l'appareil beaucoup plus de sensibilité, car on sait combien les actions magnétiques varient vite avec les distances.

En fait, cela permet à coup sûr de faire le rappel de l'armature jusqu'au contact avec l'électro, au moyen d'un courant trop faible pour amener l'entraînement complet et par conséquent d'éviter les chocs au départ.

De plus, grâce à la forme en coin et sans qu'il soit besoin d'une extrême précision, les deux parties de l'appareil se centrent forcément d'elles-mêmes et arrivent tout naturellement à un contact aussi complet que possible, ce qui serait beaucoup plus difficile à obtenir avec des contacts plans surtout dans le cas d'appareils de grands diamètres.

Enfin cette même forme permet de donner à la pièce formant armature peu d'épaisseur moyenne (facilement moins qu'il n'en est marqué sur le dessin), peu de résistance par conséquent, et nous pensons pour notre part qu'il y a tout intérêt à fermer le champ en aussi court circuit que possible, par une pièce telle qu'elle provoque aux environs des surfaces en contact une véritable chute de résistance. Or, justement, la forme employée permet de donner toute la largeur que l'on veut parallèlement à l'axe avec une épaisseur moyenne faible, et de réaliser cette condition.

Cela conduit, il est vrai, à rapporter les pièces formant lèvres de l'électro-aimant, de façon à laisser la possibilité d'entrer facilement la bobine. Mais nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

n'y voyons, pour notre part, que des avantages. Ces pièces étant seules exposées à usure doivent pouvoir être remplacées facilement. C'est, en somme, exactement ce que nous proposons aussi pour les poulies du touage qui sont, du reste, identiques à l'électro-aimant de notre embrayage, sauf que la gorge est reportée sur le côté. La condition de rapporter les lèvres est d'autant plus aisément acceptable que le joint sera tenu par le fait de l'aimantation, et ne demandera, par conséquent, pas de précautions difficiles ni compliquées pour que sa solidité soit assurée.

L'appareil peut être construit tout en fonte ou tout en acier, ou mieux l'électro en acier et l'armature en fonte, en donnant alors à cette armature une section augmentée à raison de la moindre perméabilité du métal, de façon qu'elle conserve toujours la moindre résistance possible. Cela conduit à un plus grand développement des faces inclinées des lèvres et des surfaces de contact. C'est un avantage puisque les pressions normales se trouvent reportées sur une surface plus grande, et on a, d'autre part, l'avantage du frottement d'acier sur fonte meilleur que celui d'acier sur acier.

Avec des appareils ainsi construits et à condition de graduer progressivement le courant qui leur est envoyé, on peut faire durer le temps que l'on veut la période qui sépare le commencement de l'entraînement de l'entraînement total; on évite donc les chocs et on réalise un embrayage très souple, susceptible d'être utilisé pour des embrayages à de très grandes vitesses, quel que soit l'effet total à transmettre en pleine marche. Nous l'avons pu vérifier jusqu'à des vitesses de mille tours. Le champ magnétique est très bien utilisé, et la dépense de courant nécessaire pour maintenir l'embrayage très faible. C'est ainsi, par exemple, qu'avec un appareil de $0^m,60$ de diamètre moyen à la bobine, nous avons pu, à 200 tours, transmettre 80 chevaux avec une dépense de courant de seulement 6/10 d'ampère, l'embrayage étant du reste dans ces conditions encore loin de sa capacité limite.

Avec un appareil en acier de $0^m,15$ de diamètre moyen et $0^m,23$ de diamètre extérieur, nous avons pu, à 600 tours, transmettre jusqu'à 48 chevaux avec une dépense de courant de 225 watts. On était alors pour celui-là à la limite, mais les surfaces agissantes étaient légèrement grasses.

Les applications possibles de cet appareil sont évidemment très nombreuses. On en peut, si l'on veut, faire un frein à la condition que l'un des deux plateaux fous sur l'arbre soit dans l'impossibilité de participer au mouvement de rotation et que l'ensemble se trouve placé dans des conditions de surveillance et de graissage convenables.

On pourrait ainsi, par exemple, réaliser facilement un frein automatique et progressif pour les machines d'extraction des mines, l'envoi dans la bobine d'un courant croissant pouvant aisément dépendre de la montée des cages au delà d'une limite déterminée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut s'en servir pour embrayer deux arbres dans le prolongement l'un de l'autre (c'est le cas supposé sur la figure 10) ou pour embrayer une poulie folle sur un arbre et, en ce cas, l'un des plateaux doit faire corps avec la poulie d'embrayage. Cette poulie peut être une roue dentée et on obtient ainsi un système souple et commode pour les changements de marche à réaliser au moyen d'un système de 3 roues d'angle.

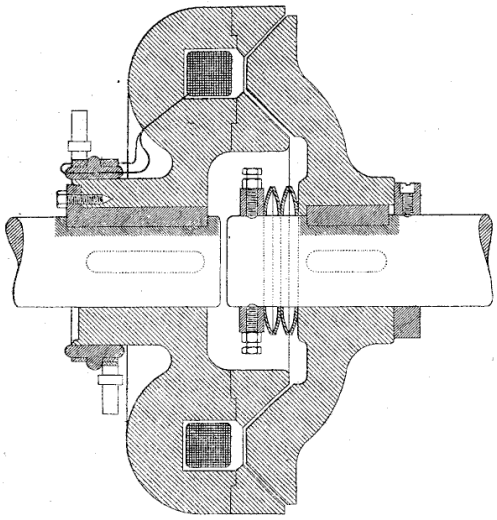


Fig. 10. — Embrayage magnétique.

La figure 11 représente le schéma d'une disposition de ce genre applicable à la commande d'un vannage de moteur hydraulique par un régulateur qui n'a plus à traîner rien de lourd et de résistant, et auquel on peut alors laisser une grande sensibilité.

M. Hillairet a fait une application intéressante du même système d'embrayage dans des appareils de levage mus par dynamos en le mettant dans le circuit de la dynamo, de façon que l'embrayage est fait nécessairement quand la dynamo marche pour monter une charge, et

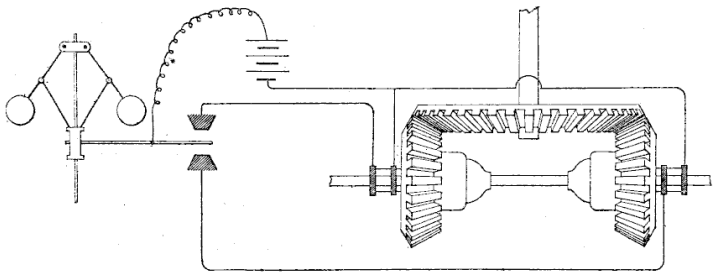


Fig. 11. — Embrayage pour vannage de moteur hydraulique.

est supprimé dès que la dynamo est arrêtée; cette dernière alors ne participe plus au mouvement provoqué par les manœuvres de descente.

L'appareil peut être construit sur des dimensions très variables et se prêter, par conséquent, à être employé dans des limites de travail à transmettre très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étendues. Nous avons envisagé déjà la possibilité de son application aux appareils de changement de marche des gros laminoirs.

Non seulement il fonctionne comme embrayage, mais il constitue en même temps un bon limiteur de forces, à ce point de vue par exemple il pourrait être très utilement utilisé dans les organes de transmission des grandes dragues où il éviterait les accidents dus à l'arrêt brusque de la chaîne à godets contre un obstacle inattendu.

Ces quelques indications montrent bien le nombre et la variété des applications possibles et faciles toutes les fois que l'on peut avoir du courant. Un dernier exemple nous ramènera au sujet qui a fait l'objet du début de ce mémoire. Dans l'exploitation de touage au moyen de toueurs remorqueurs, nous avons montré qu'une des principales difficultés est de maintenir la chaîne en bonne place. Pour y arriver, le toueur montant doit, par moments, faire usage de tous ses moyens, et dans des cas difficiles il peut avoir à se servir momentanément de son hélice, non pas tant à cause de son effet comme propulseur à petite vitesse, mais à cause du courant produit sur le gouvernail et de l'augmentation d'effet de cet organe qui en résulte. Aussi, lors de la construction de nouveaux toueurs du type que nous venons de décrire, sommes-nous résolu à disposer l'embrayage de l'hélice de façon que durant la marche montante on puisse la mettre en marche et l'arrêter à volonté aussi souvent qu'il faudra avec un embrayage magnétique, tout en conservant des dispositions qui permettent pour la descente sur hélice seule de faire l'embrayage sans avoir besoin de courant. On aura de la sorte de beaucoup plus grandes facilités de manœuvre.

Ces quelques exemples montrent la très grande variété d'applications dont sont susceptibles les appareils que nous venons de décrire. Comme nous le disions en débutant, ce sont là des applications de l'adhérence magnétique véritablement industrielles et dans lesquelles l'aimant est utilisé pour mettre en jeu des efforts très considérables.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. ÉDOUARD SIMON, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur la* MANUFACTURE DE PAILLONS MÉTALLIQUES *de* M. JEAN BAR, *à Rantigny (Oise).*

Messieurs,

M. Jean Bar a récemment (1) présenté au Conseil les nombreux échantillons de sa fabrication ; ce sont de minces feuilles tantôt de cuivre pur,

(1) Séance du 9 février 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tantôt de cuivre plaqué d'argent ou d'or, les unes brillant du seul éclat métallique, les autres teintes en couleurs vives, lisses ou gaufrées, connues dans le commerce sous le nom général de *paillons*. Ces paillons servent à de multiples usages : encartage des boutons de nacre et de porcelaine, découpure de paillettes pour éventails, confection de fleurs artificielles, de bouquets d'église, sertissage de pierres précieuses ou fausses, perles dorées ou argentées, ornementation de costumes, etc.

D'après l'auteur de la communication, la fabrication du paillon cuivre argenté et doré daterait seulement de 1840. L'origine de cette industrie bien française paraît cependant plus ancienne, à en juger par l'extrait suivant de l'*Encyclopédie méthodique*, où il est question de la broderie en *paillettes :*

« Ce genre de broderies est devenu très en vogue, écrivait Roland de la Platière en 1785 ; il a du brillant et c'est à cette espèce de mérite sans doute qu'il doit sa grande faveur. On l'a beaucoup employé sur les éventails d'hiver, où l'on a vu la broderie servir ridiculement à masquer les contours des figures peintes. »

« Mais il faut convenir, à notre décharge, que ces ouvrages, exécutés en France, se consommaient en plus grande partie par l'étranger ; il en passait beaucoup en Espagne particulièrement, et de là dans les Indes. »

« La broderie en paillettes, ajoutait Roland de la Platière, se soutient pour les diverses parties de l'habillement où l'on recherche plus d'éclat qu'une véritable magnificence (1). »

Malgré la sévérité de la critique, soit que la paillette ait été plus judicieusement employée depuis lors, soit que le besoin de paraître l'emporte plus encore aujourd'hui sur la *magnificence véritable,* la clientèle du paillon n'a cessé de s'accroître et alimente l'importante fabrique de Rantigny, dont nous avons à vous entretenir.

Cette usine a été récemment transformée et agrandie. Des fermes métalliques de 15 mètres de portée sur 12 mètres de hauteur (provenant de l'Exposition universelle de 1889) ont permis d'ajouter, aux dépendances d'un ancien moulin bâti sur la rivière *la Brèche*, 150 mètres d'ateliers en rez-de-chaussée. La force motrice est fournie en partie par une roue hydraulique qui, de jour, actionne un certain nombre de machines-outils et, le soir, commande une dynamo destinée au service de 120 lampes à incandescence et de 12 lampes à arc ; le reste de la force motrice est emprunté à une machine compound à 3 cylindres, de 300 chevaux.

(1) *Encyclopédie méthodique*, t. I, p. 96.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sauf dans l'atelier des réparations, où l'outillage est confié à des mécaniciens expérimentés, les transmissions (établies en contre-bas des machines qu'elles actionnent) sont hors de l'atteinte du personnel; les engrenages à chevrons des laminoirs tournent sans bruit et sont soigneusement recouverts; chaque machine est pourvue d'un manchon d'embrayage sous la main de l'ouvrier. Une voie Decauville dessert les diverses parties de l'usine et facilite grandement les transports des pièces lourdes, lingots, barres laminées, etc.

D'autre part, les tubes à ailettes d'un chauffage à vapeur sont placés au niveau du sol de manière à délimiter les places des ouvrières et à leur apporter, en hiver, la chaleur utile sans aucune gêne. En été, des stores très pratiquement installés soustraient le personnel à l'action trop vive des rayons solaires.

Afin de faciliter la surveillance, l'emplacement réservé au bureau du directeur, à la réception et à l'emmagasinage des produits, est une sorte d'estrade élevée de quelques marches et adossée à l'un des murs longitudinaux de la grande salle du rez-de-chaussée. Une cloison transversale sépare les femmes et les enfants des autres ouvriers et à chacune des divisions correspondent des *water-closets* et des lavabos distincts. Le savon est fourni gratuitement au personnel, dont les mains doivent être absolument propres. En dehors des ateliers, un réfectoire abrite les ouvriers trop éloignés de l'établissement pour aller prendre leurs repas chez eux.

Vous voyez, Messieurs, que dans l'usine Bar — ainsi que dans la plupart de nos grands établissements industriels — la prévention des accidents et l'hygiène ne sont pas considérées comme des éléments négligeables.

La fabrication du paillon, M. Bar vous l'a dit, exige des métaux de première qualité : cuivre américain ou électrolytique, argent de coupelle. L'affinage et la coulée du cuivre s'effectuent tout d'abord avec les précautions nécessaires pour obtenir un métal très malléable.

Une fois coulé, le lingot est réchauffé dans un four à réverbère et martelé au rouge vif, puis, en une seule chaude, réduit par laminage en barres de $0^m,020$ d'épaisseur sur $0^m,043$ de largeur.

Cisaillées par longueurs égales de $0^m,750$, les barres laminées sont rabotées sur les quatre faces et pèsent 5 kilogrammes environ.

Chaque barre est alors grattée, poncée, enduite d'un mordant spécial afin d'assurer le placage des feuilles d'argent, laminées d'autre part suivant le titre à obtenir. L'argenture des paillons varie entre 2 millièmes et demi et 8 à 900 millièmes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le barreau de cuivre enveloppé de feuilles d'argent est introduit dans un four et porté à la température convenable pendant un temps assez court, de manière à obtenir l'argenture sans perte de métal.

Au brunissage, destiné à augmenter l'adhérence de l'argent dès la sortie du four, succèdent quatre passages au laminoir, pour réduire de moitié l'épaisseur du barreau et doubler approximativement la longueur.

Onze passes successives sur d'autres laminoirs constituent le *dégrossissage* et amènent la bande argentée à 20 mètres de longueur sur $0^m,044$ de largeur et 7/10 d'épaisseur.

Il devient nécessaire de *recuire* avant de poursuivre l'amincissement du métal et la bande, enroulée dans une boîte hermétiquement fermée, est chauffée à l'intérieur d'un four dont la température ne dépasse pas le rouge sombre.

Un appareil pyrométrique fort simple permet au personnel le moins expérimenté de surveiller l'opération. Une barre métallique, fixée au niveau de la sole, se dilate suivant l'élévation de la température ; lorsque l'allongement correspond au degré thermométrique voulu, la barre butte (hors du four) contre un levier articulé, qui dévie une grande aiguille en laiton. A partir de ce moment, il suffit à l'ouvrier de lire, sur le cadran de l'horloge placée devant lui, le nombre de minutes préalablement déterminé pour la durée du recuit.

Recuite et dérochée, la bande subit quatre passes sur laminoirs en acier trempé ; de 20 mètres elle arrive à 90 mètres de longueur, sur une épaisseur de 14/100. Ce laminage dit *échantillage* se faisant à l'huile, il faut ensuite enlever toute trace de corps gras et, pour cela, passer au blanc. Dégraissage et polissage s'obtiennent automatiquement sur une machine garnie de feutres, où se déroulent, à l'entrée, et s'enroulent, à la sortie, les bandes laminées.

Un nouveau recuit, avant le laminage en fin, est suivi d'une immersion dans l'eau pour éviter les *coups de feu* et d'un essuyage automatique sur une machine analogue à la précédente. Toutefois, au lieu de s'enrouler sous forme de bobines, les bandes essuyées sont ici sectionnées par longueurs de $0^m,50$ et au-dessus.

Ces bandes d'égale longueur sont remises à des ouvrières qui, après les avoir soigneusement essuyées à la main, les plient en quatre et les réunissent par 4, 6, 8, pour produire, après laminage, 4, 6, ou 8 feuilles.

En quarante passes environ, les tablettes étirées entre des cylindres d'acier trempé atteignent à des longueurs de $0^m,28$ à $0^m,40$ sur $0^m,12$ de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

largeur et se trouvent réduites à des épaisseurs variant de 1 centième et demi à 3 centièmes de millimètre.

Une ouvrière et son aide peuvent laminer jusqu'à 3000 feuilles par journée de onze heures.

Après le laminage en fin, les tablettes sont *affranchies* avec des cisailles à main, suivant un certain nombre de formats-types; puis les feuilles affranchies sont cylindrées sur des rouleaux, toujours en acier trempé, qui les redressent et ajoutent au brillant du métal. De là, les feuilles sont *encartées* par carnets de cent ou roulées par cinq cents.

Le paillon doré se fabrique de façon analogue.

Lorsque les feuilles doivent être mises en couleur, la teinture précède nécessairement l'encartage et occasionne un supplément de manipulations : il faut alors procéder à un double encollage des surfaces à teindre, il faut aussi que ces manipulations de l'apprêt, du séchage et de la teinture ne nuisent pas au fini du paillon. Grâce à un *tour de main*, le brunisseur, tout en polissant préalablement la face argentée à la pierre sanguine, roule la feuille dans le sens de la longueur; l'argenture se trouve à l'intérieur de cette espèce de gouttière, qui se prête également bien à l'encollage et à la teinture et qui permet aux mains successives de prendre la feuille extérieurement sans ternir ni froisser le produit.

L'usine Bar consomme annuellement, en moyenne, 150000 kilogrammes de cuivre rouge, 5000 kilogrammes d'argent, 100 kilogrammes de platine et 5 kilogrammes d'or fin pour fabriquer des articles dont le poids varie suivant épaisseurs et formats, mais dont la majeure partie pèse seulement de 5 à 7 grammes la feuille ($0^m,26 \times 0^m,11$).

Si l'on remarque qu'en raison des soins minutieux à apporter dans toutes les phases du travail, bien peu d'opérations peuvent se faire *aux pièces*, que, néanmoins, M. Bar est parvenu à imposer sa marque sur le marché indien, à évincer la concurrence allemande, bien plus, à vendre ses produits en Allemagne, de pareils résultats semblent *a priori* tout à fait surprenants. Ce succès peut être attribué à deux causes principales. En premier lieu, l'établissement de M. Bar est situé à proximité de ses meilleurs clients, — les fabriques d'éventails et les fabriques de boutons, — qui lui procurent une alimentation continue. Par là se vérifie une fois de plus l'exactitude de cette observation que toute industrie assurée d'un important marché intérieur voit son exportation facilitée par la réduction des frais généraux sur l'ensemble des produits. En second lieu, sans parler des qualités commerciales

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indispensables à l'industriel contemporain, l'aménagement de l'usine, le choix et l'entretien de l'outillage, l'éducation technique et la tenue du personnel démontrent, chez M. Bar, l'étude approfondie de tous les détails de la fabrication et expliquent comment ce manufacturier a pu généraliser dans son établissement l'utilisation particulièrement économique des *petites mains*.

Malheureusement, la loi du 2 novembre 1892, si elle devait être rigoureusement appliquée, aurait à Rantigny, comme en beaucoup d'autres localités, des conséquences déplorables.

Vous n'ignorez pas qu'aux termes de ladite loi, les enfants au-dessous de 16 ans ne peuvent travailler plus de 10 heures par jour, ni plus de 60 heures par semaine, les adultes de 16 à 18 ans, pas plus de 11 heures par jour, ni plus de 60 heures par semaine, les filles et les femmes au-dessus de 18 ans, pas plus de 11 heures par jour, ni plus de 66 heures par semaine. A part l'impraticabilité d'une réglementation qui impose des temps de présence variables à des personnes tenues de travailler simultanément afin de s'entr'aider, l'application des mesures édictées aurait pour résultat, entre autres anomalies, de faire sortir les enfants de l'usine une heure avant la mère et de les inciter tout au moins au vagabondage. Dans des rapports officiels, les inspecteurs du travail n'ont pas hésité à réclamer une revision conforme aux véritables intérêts de la population ouvrière. Le législateur mieux informé votera sans doute à bref délai l'unification à onze heures, de la journée des femmes, des adultes et des enfants, c'est-à-dire des trois catégories d'ouvriers qu'il a voulu protéger contre le surmenage. En ce qui concerne la fabrication du paillon, cette unification s'impose sous peine de compromettre l'existence d'une spécialité industrielle dont l'organisation et l'importance méritaient de vous être signalées.

Nous vous proposons, Messieurs, de remercier M. Jean Bar de sa très intéressante communication et, à l'appui de nos félicitations, de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 13 *avril* 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. VIEILLE, *au nom du Comité des arts chimiques, sur* L'OUVRAGE DE M. DANIEL *intitulé :* « LES EXPLOSIFS INDUSTRIELS, LE GRISOU ET LES POUSSIÈRES DE HOUILLE. »

M. Daniel, ingénieur des Arts et Manufactures et directeur de la Compagnie des Explosifs « Sécurité », a présenté à la Société un ouvrage intitulé : *Les Explosifs industriels, le grisou et les poussières de houille.*

L'auteur n'a point eu pour but, ainsi qu'il le fait connaître dans l'introduction de son ouvrage, d'aborder dans tous ses détails l'étude des explosifs industriels; il s'était proposé tout d'abord de rendre compte de l'état actuel de la question de l'emploi des explosifs de sûreté dans les mines, mais il a reconnu, au cours de cette étude, qu'il n'était pas possible de poser les principes qui devaient guider l'ingénieur dans le choix des explosifs de cette catégorie sans faire appel aux connaissances générales qui permettent de prévoir ou de discuter le mode de fonctionnement de tout explosif.

La première partie de l'ouvrage constitue un exposé rapide des propriétés des matières explosives et de leurs modes d'emploi; l'auteur a résumé avec beaucoup de clarté et de précision les données les plus récentes introduites dans la théorie des explosifs, et cette partie de l'ouvrage se recommande d'une façon particulière aux ingénieurs, en raison du soin avec lequel l'auteur signale les sources très variées auxquelles il s'est reporté.

M. Daniel a consacré un chapitre à l'étude des propriétés industrielles des explosifs et il expose les méthodes en usage pour évaluer *a priori* leur rendement industriel. L'auteur fait ressortir avec raison l'imperfection des méthodes actuelles. En réalité l'effet utile d'un explosif est une donnée des plus complexes, dans laquelle interviennent les propriétés du milieu résistant dans lequel il est appelé à fonctionner. Il est possible de caractériser d'une façon correcte les propriétés absolues de l'explosif, telles que force, température, vitesse de réaction, et les essais plus ou moins grossiers généralement usités ne fournissent pas autre chose; nous ignorons au contraire d'une façon à peu près complète la manière suivant laquelle les divers milieux résistants se comportent lorsque les propriétés de l'explosif varient, et l'on peut dire que, dans ce genre d'application, le problème de l'adaptation de l'explosif à un effet utile déterminé est encore à résoudre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il importe également de signaler dans cette partie de l'ouvrage l'étude minutieuse que M. Daniel a faite des conditions nécessaires à la réussite d'un coup de mine. L'examen de ces conditions multiples, réunies finalement sous forme de tableau, permettra au praticien de reconnaître rapidement la cause des mécomptes si fréquents dans l'utilisation des explosifs.

La deuxième partie de l'ouvrage concerne l'emploi des explosifs dans les milieux inflammables.

L'auteur passe en revue les travaux considérables effectués dans ces dernières années tant en France qu'à l'étranger sur la composition du grisou, les mesures préventives destinées à en combattre l'accumulation, l'influence des poussières. M. Daniel s'est astreint à exposer avec impartialité les opinions souvent divergentes des ingénieurs éminents qui ont abordé ces questions en cherchant à mettre en évidence les points sur lesquels l'accord des spécialistes peut être considéré comme établi. Enfin, dans un dernier chapitre l'auteur traite la question fondamentale des explosifs de sûreté à laquelle les travaux récents de MM. Mallard et Lechatelier ont apporté une solution remarquable par l'introduction des explosifs à basse température de détonation, obtenus par l'association du nitrate d'ammoniaque à de petites quantités d'un autre corps explosif qui en assure la détonation complète.

Nous relèverons à ce sujet une erreur d'appréciation de quelques auteurs relative au degré de sécurité que présente l'emploi de tels explosifs. Cette sécurité est tout à fait indépendante du mode particulier d'évaluation adopté pour la mesure des températures de détonation; elle résulte du classement du produit considéré dans une gamme d'explosifs dont les uns ont été reconnus par des expériences précises susceptibles d'enflammer par leur détonation les mélanges grisouteux, tandis que les autres étaient inoffensifs. Or il est facile de reconnaître que ce classement qualitatif, sur lequel est fondée la sécurité d'emploi des explosifs de sûreté, reste très exactement le même dans tous les procédés d'évaluation des températures, et que la simple comparaison des quantités de chaleur dégagées au volume des gaz produits conduirait, au moins pour les explosifs dans lesquels les résidus fixes sont peu considérables, à des conclusions pratiquement identiques à celles que l'on déduit du calcul rigoureux des températures de détonation.

M. Daniel termine son ouvrage en appelant l'attention des ingénieurs sur l'utilité d'instituer une série d'épreuves méthodiques et conduites avec une précision scientifique qui permettraient de vérifier les propriétés des explosifs chaque jour plus nombreux présentés comme explosifs de sûreté et de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fixer le degré de sécurité que comporte leur emploi dans les mines grisouteuses.

En résumé l'ouvrage de M. Daniel présente un grand intérêt, et il apporte une véritable lumière dans la discussion des questions si complexes que soulève l'emploi des explosifs dans les mines grisouteuses. Votre Comité des Arts chimiques vous propose d'adresser des remerciements à l'auteur et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : VIEILLE, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 13 *avril* 1894.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur* L'APPAREIL DE CHRONOPHOTOGRAPHIE *présenté par* M. A. LONDE.

Messieurs,

Dans la séance du 26 janvier dernier M. Londe a présenté et fait fonctionner devant la Société un appareil construit sur ses indications pour répondre aux besoins multiples des observations médicales faites à la Salpêtrière.

M. Londe, directeur du laboratoire spécial créé en 1880 à la Salpêtrière par le savant docteur Charcot, se rendit bientôt compte, par ses travaux journaliers, des importants services que la rapidité et la précision photographiques pouvaient rendre à l'observation médicale ainsi qu'aux études physiologiques.

La difficulté était de créer un instrument qui, obéissant à la volonté de l'observateur, pût inscrire les diverses phases plus ou moins rapprochées d'un mouvement, suivant la rapidité de ce mouvement, et prendre des épreuves isolées avec poses variables, suivant la nécessité de l'expérience.

Pour répondre à ce besoin, M. Londe créa un type d'obturateur donnant des temps de pose variant de la grande vitesse à la pose à volonté, qui lui valut en 1891 une médaille de la Société.

Déjà il avait obtenu de bons résultats dès 1882 avec l'appareil dit photo-électrique qu'il avait fait construire spécialement pour le service

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont il était chargé, mais cet appareil donnait des images de trop petite dimension; M. Londe trouvait qu'il ne répondait pas suffisamment au but cherché; il reconnut la nécessité de le transformer, et c'est son dernier appareil qu'il vous a récemment présenté et dont la description est donnée ci-après.

Avec ce nouvel appareil l'opérateur ou le docteur lui-même, tenant en main l'organe du commandement qui est une simple poire électrique, peut obtenir, d'un coup, le déclenchement successif et régulier des obturateurs des douze objectifs dont l'appareil est muni à des intervalles de temps égaux, mais dont la durée générale est réglée à volonté, et cela en série avec des temps de pose uniforme plus ou moins rapides; il peut aussi obtenir le déclenchement de chacun des objectifs à volonté à des intervalles variables, de manière à répondre à toutes les observations diverses qui peuvent se présenter, sans qu'il soit besoin que le modèle soit placé dans des conditions spéciales d'atelier ou d'éclairage, lequel cependant devra toujours être le meilleur possible.

L'observateur peut donc obtenir ainsi l'analyse d'un mouvement rapide ou lent, et M. Londe vous a montré les diverses attitudes d'un homme qui saute, qui lance et reçoit des haltères, celles d'un homme montant un escalier, les phases d'un bâillement hystérique et de diverses maladies nerveuses.

Appliquant son appareil à la recherche de documents physiologiques comme ci-dessus, ou de documents artistiques, il a réuni puis projeté devant vous des études sur les diverses allures du cheval, sur quelques attitudes de mouvement et de force chez l'homme. Nous en sommes encore à la période dans laquelle les services artistiques de la photographie sont discutés, parce que souvent la vérité photographique montre une attitude prise instantanément qui choque notre œil habitué à n'en voir que l'ensemble; mais rien n'oblige l'artiste à prendre dans une ou plusieurs séries photographiques le mouvement qui choque au lieu de celui qui semble harmonieux.

Dans les projections faites devant vous il y avait un forgeron frappant le fer sur l'enclume; jamais un artiste ne trouvera chez un modèle vivant et immobile ce sentiment de force et d'action qu'il faut observer dans l'épreuve instantanée prise au moment où tous les muscles du sujet viennent concourir à ce mouvement.

Les épreuves en série sont petites, dira-t-on, et par conséquent d'une étude difficile, mais elles sont si fines et pourquoi ne pas dire si habilement obtenues qu'on peut les agrandir à la taille naturelle et partant remplacer quel-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quefois par une image vraie, juste, de prix infime, le modèle vivant, mais onéreux, qui pèse si lourdement sur le budget de l'artiste.

Dans ce résumé rapide je ne puis aborder le vaste champ des applications scientifiques; pour en apprécier l'amplitude, il suffit de dire que cet appareil est prêt à donner les images successives de tout mouvement régulier ou irrégulier, lent ou rapide, à la volonté et au commandement de l'opérateur; ajoutons qu'il est portatif, ce que l'inventeur nous prouve en nous montrant des épreuves prises au bord de la mer, tantôt en série continue, comme celle d'une vague qui arrive, qui déferle et vient mourir sur le bord de la plage, tantôt en série discontinue comme celle de douze coups de mer qui se sont succédé à des intervalles variables. D'autres images représentant des acrobates, l'un faisant l'exercice du trapèze, l'autre l'exercice sur le fil de fer, ont complété cette démonstration.

L'appareil de M. Londe ne se borne donc pas aux applications médicales, il est appelé à rendre des services beaucoup plus généraux.

Au nom de votre Comité des Constructions et des Beaux-Arts, nous vous demandons de remercier M. Londe de sa communication ainsi que M. L. Leroy, l'habile constructeur d'une des parties les plus délicates de cet appareil, le distributeur réalisant les desiderata de l'inventeur, et d'insérer au *Bulletin* de la Société la description de l'appareil avec les figures qui accompagnent cette description et qui sont nécessaires pour en comprendre le fonctionnement et d'y joindre les explications qui précèdent.

Signé : A. DAVANNE, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 27 *avril* 1894.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

APPAREIL CHRONOPHOTOGRAPHIQUE, PAR M. A. LONDE.

M. Londe se basant sur les résultats obtenus par lui dans les épreuves instantanées uniques, épreuves qui lui donnaient des résultats complets au point de vue de la netteté et des détails, et ceci dans les conditions ordinaires de la pratique et sans installation spéciale, choisit le système qui consiste à multiplier le nombre des appareils et les actionner les uns après les autres de façon à enchâsser la durée du mouvement observé. Ces divers appareils, tous identiques, sont réunis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de façon à former un instrument unique qui se manœuvre comme un appareil ordinaire et est également transportable.

La fig. 1 donne la vue d'ensemble de cet instrument qui rappelle les chambres multiples autrefois employées pour obtenir les portraits en ferrotypie.

Il est armé de 12 objectifs de même foyer disposés en trois rangées de 4.

Ces objectifs sont signés Darlot et ont un foyer de 105 mm. Étant donné le principe de cet appareil, le nombre des images n'est limité que par la question

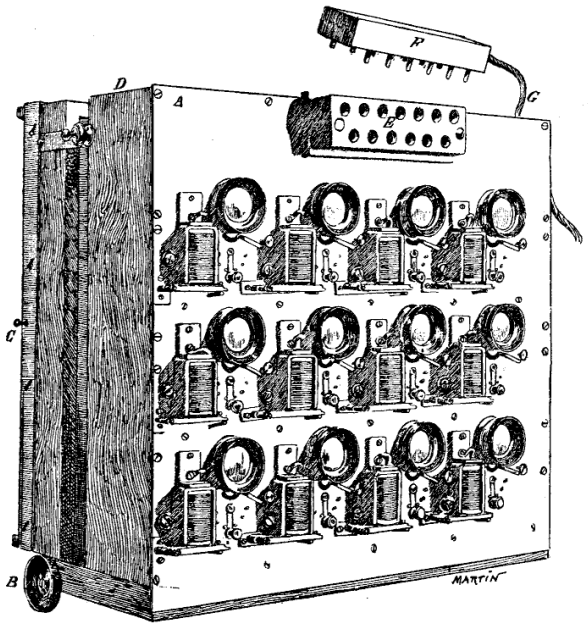


Fig. 1. — Appareil multiple A. Londe.

A, platine portant les objectifs et les obturateurs. — B, bouton de mise au point. — C, emplacement du châssis. — D, chambre noire. — F, pièce de jonction des fils électriques. — G, conducteur souple à 13 fils.

de leur format et subsidiairement par celle de la dépense. Dans la pratique médicale M. Londe s'est arrêté au nombre de 12 images, nombre qui est très suffisant dans la majorité des cas et qui permet d'avoir 12 phases successives d'un mouvement sans être embarrassé par un nombre plus considérable d'épreuves qui n'offrent dans ce dernier cas que des différences trop peu sensibles entre celles qui se suivent immédiatement. En recevant ces 12 images sur une plaque du format 24×30, chacune d'elles a plus de 7×7.

Cette dimension est déjà très suffisante pour l'examen direct et en tous cas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elle permet facilement, si on le juge nécessaire, d'obtenir soit des agrandissements directs, soit par contact des diapositives sur verre du format projection qui donneront à la lanterne des épreuves plus grandes que nature.

Chaque objectif est muni d'un obturateur Londe et Dessoudeix à vitesses variables.

M. Londe attache une grande importance à la variabilité des temps de pose. Il pense, et ceci avec juste raison, qu'il y a toujours intérêt à régler le temps d'exposition d'après la vitesse du mouvement à reproduire, car malgré la sensibilité pourtant si grande des préparations actuellement employées, il n'en reste pas moins certain que plus la durée de pose est réduite plus la qualité des résultats diminue jusqu'à une limite à partir de laquelle l'existence même de l'image peut se trouver compromise.

Chacun des obturateurs est muni d'un déclenchement électrique. Pour obtenir le départ successif des 12 obturateurs il suffira donc d'envoyer le courant électrique à tour de rôle dans chacun des 12 déclenchements. L'intervalle qui séparera chacune des épreuves de la série dépendra de l'intervalle adopté dans l'émission du courant lui-même, par suite, et c'est là une des caractéristiques de l'appareil, il sera toujours possible de répartir également la série des images sur la durée du mouvement observé, quelle que soit cette durée. Divers organes annexes seront utiles pour commander l'appareil électriquement :

1° L'expéditeur, chargé de produire des émissions de courant à intervalles réguliers;

2° Un distributeur chargé de recueillir le courant et de l'expédier successivement à chacun des déclenchements des obturateurs;

3° Une pile.

Comme expéditeurs M. Londe envoie le métronome électrique, le régulateur de Foucault convenablement modifié et fréquemment l'interrupteur médical de M. Trouvé qui permet très facilement l'obtention de vitesses très différentes.

Le distributeur combiné par M. Londe a été habilement réalisé par M. Lucien Leroy qui, sachant les dépenses considérables faites par l'inventeur, a fait preuve d'un complet désintéressement et mérite indiscutablement le titre de collaborateur.

La figure 2 représente le distributeur construit par M. Lucien Leroy. Un mouvement d'horlogerie intérieur commande un axe A qui, à sa partie extérieure, porte un bras armé d'un balai en platine B. L'axe A, au moyen d'une roue à échappement, ne peut avancer d'un douzième de la circonférence que lorsque le courant électrique envoyé par le distributeur et traversant l'électro-aimant D vient attirer l'armature FF. Dans sa course le balai de platine rencontre une série de 12 contacts également en platine et disposés régulière-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment sur un disque isolant. Chacun de ces contacts est en rapport avec un des déclenchements électriques, le fil de retour étant commun. On comprend de suite le fonctionnement du distributeur. A chaque émission du courant l'arbre A avancera d'un douzième de la circonférence et le balai déclenchera l'un des obturateurs.

Une pile d'un quart de litre au bichromate suffit à actionner le distributeur et celui-ci, faisant en quelque sorte fonction de relais, envoie le courant d'une pile beaucoup plus forte dans les déclenchements électriques ; il faut en effet vaincre la résistance des ressorts puissants qui entraînent les obturateurs. En pratique, nous nous servons d'une batterie portative dont une part actionne le distributeur et le reste les obturateurs.

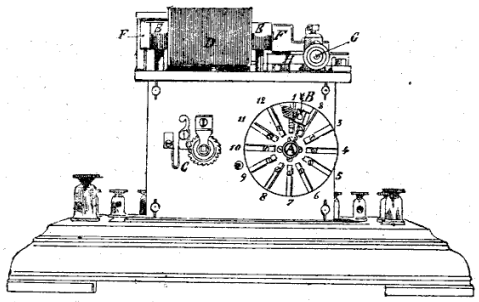


Fig. 2. — Distributeur Lucien Leroy.

A, axe commandé par la roue à échappement. — B, balai en platine, 1 à 12, contacts en platine reliés en douze électro-aimants. — C, remontoir du mouvement d'horlogerie. — D, bobine de l'électro-aimant. — EE, noyau de l'électro-aimant. — FF, armature. — H, ressort antagoniste. — G, réglage du ressort antagoniste.

En ayant soin de placer le balai du distributeur toujours dans la même portion, il est évident que les obturateurs se déclenchent dans un ordre toujours le même, ce qui est indispensable pour savoir l'ordre des images dans chaque série,

Cet ordre dépend uniquement de la liaison de chacun des contacts avec tel ou tel déclenchement électrique. En variant cette liaison, on peut déclencher les obturateurs soit par la droite soit par la gauche du cliché, obtenir des séries verticales de 3 épreuves chacun, ou des séries horizontales de 4 épreuves. Ces modifications ont au point de vue pratique des avantages certains.

Le distributeur Leroy permet de faire jusqu'à 12 images par seconde, ce qui est plus que suffisant dans la majorité des cas. Pour obtenir ce même nombre d'épreuves en un temps plus court, M. Londe emploie d'autres dispositifs spéciaux qui lui permettent d'opérer en une demi-seconde, un quart de seconde et même moins s'il est nécessaire.

Rien, en effet, dans cet appareil, ne s'oppose à la diminution aussi grande que possible des intervalles entre chaque épreuve, et c'est là une supériorité des appareils à objectifs indépendants sur le système à un seul objectif qui nécessite la translation de la préparation sensible entre chaque épreuve.

La figure 3 montre l'ensemble des diverses parties de l'appareil :

1° L'expéditeur A, qui est ici un métronome électrique envoyant le courant d'une pile B au distributeur D. Celui-ci envoie à son tour le courant des deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

autres piles BB à l'appareil F au moyen d'un conducteur souple à 13 fils E. Le départ du distributeur et, par suite, le fonctionnement de l'appareil n'ont lieu que lorsque le courant, coupé par la poire C entre l'expéditeur et le distributeur, est rétabli par une pression de la main. Quel que soit l'expéditeur employé, on lui laisse prendre son régime normal, et c'est à partir de ce moment que l'on pourra saisir le modèle au moment précis où il arrivera dans le champ de l'appareil.

Par une disposition très simple on peut faire déclencher l'appareil par le modèle lui-même au moment fixé où il arrive à un point déterminé du champ.

Il suffit dans ce cas de tendre un fil peu résistant en travers de son passage

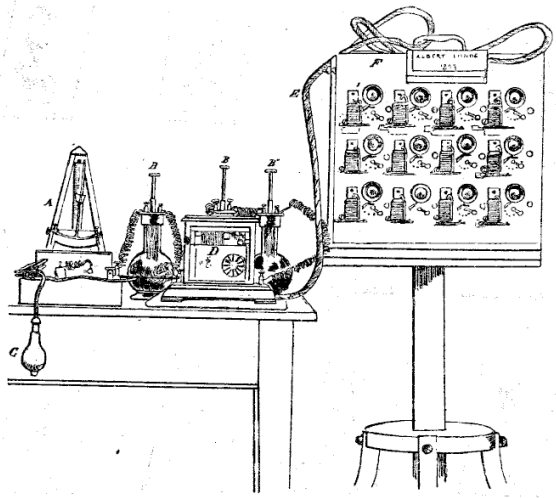


Fig. 3. — Dispositif d'ensemble.

A, expéditeur, métronome électrique. — B, pile du distributeur. — BB, piles actionnant les obturateurs. — C, contact électrique. — D, distributeur. — E, câble souple à 13 fils. — F, récepteur. Appareil multiple.

ce fil maintient écartées 2 lames métalliques auxquelles on fait aboutir les 2 fils de la poire C. Aussitôt le fil rompu les lames se rapprochent, le courant passera, déclenchant les obturateurs à la vitesse qui aura été fixée au préalable par le réglage de l'expéditeur. Ce dispositif sera précieux pour étudier les allures du cheval par exemple, et il permettra d'obtenir le fonctionnement automatique de l'appareil dans l'analyse de phénomènes très rapides, tels que le tir d'un canon, l'enregistrement de son recul, le lancement d'une torpille, les différentes phases d'une explosion, etc.

En résumé, le nouvel appareil de M. Londe, qui appartient à la classe des appareils multiples, est caractérisé par la possibilité de faire varier et la durée de pose et les intervalles en chaque épreuve; celles-ci pouvant être réparties

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

uniformément sur la durée d'un phénomène quelconque, soit rapide, soit lent.

Grâce au dispositif électrique employé, il peut être actionné à distance et enregistrer automatiquement des phénomènes très rapides. Il peut enfin servir d'une façon discontinue en supprimant l'expéditeur de courant et en actionnant directement le distributeur. Dans cette hypothèse on peut obtenir des épreuves isolées à des intervalles quelconques et saisir des attitudes qui se présentent d'une façon irrégulière mais qui se succèdent quelquefois fort rapidement les unes aux autres. Enfin l'appareil est transportable, qualité très appréciable non seulement en

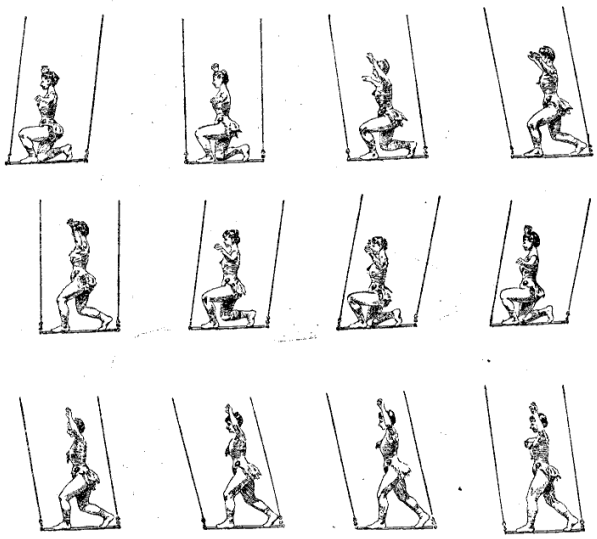


Fig. 4. — Équilibriste sur le trapèze. (Série photochronographique.) Lire la série de droite à gauche en commençant par la rangée supérieure.

photographie médicale, mais encore dans toutes les autres hypothèses concernant l'étude d'un mouvement quel qu'il soit.

A l'appui de cette communication, M. Londe présente de nombreuses séries obtenues avec son appareil. Quelques-unes sont extraites d'un travail en préparation avec le Dr Paul Richet, et qui ne comprendra pas moins de 200 séries concernant l'étude physiologique et artistique de la forme dans le mouvement chez l'homme.

D'autres représentent les différentes allures du cheval et serviront à illustrer un travail exécuté avec le Dr Le Bon sur l'équitation rationnelle; puis viennent des études d'animaux en mouvement, chien, singe, vaches, etc., des exercices d'acrobates soit sur le fil de fer soit sur le trapèze, puis des études de vagues qui sont une preuve excellente de la portativité de l'appareil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que M. Londe n'ait travaillé qu'une saison avec cet appareil, nous ne pouvons passer sous silence l'importance des résultats qu'il a obtenus en récoltant déjà plus de 400 scènes sur les sujets les plus différents.

Grâce aux clichés qui nous ont été prêtés obligeamment par l'auteur, nous pouvons joindre à notre rapport deux dessins exécutés d'après des séries montrées à la Société. La première (fig. 4) représente une équilibriste s'agenouillant sur le

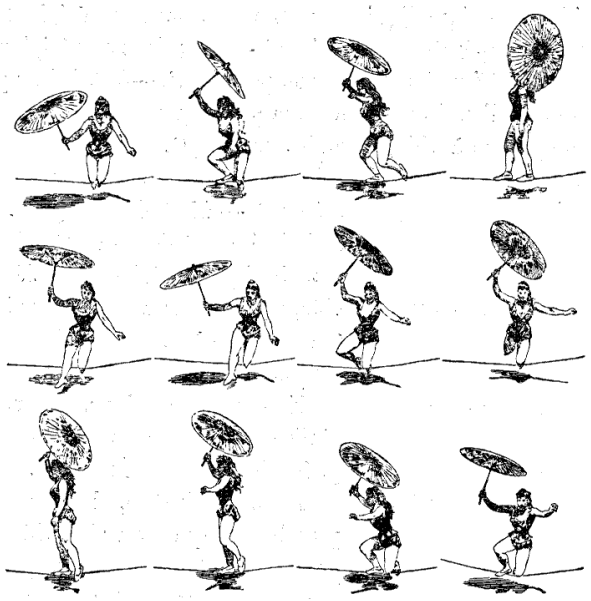


Fig. 5. — Équilibriste sur le fil de fer. (Série discontinue.) Lire la série de droite à gauche en commençant par la rangée supérieure.

trapèze pendant que celui-ci est en mouvement, la durée totale du mouvement a été de deux secondes. La seconde (fig. 5) est un exemple de scènes discontinues. L'exercice accompli par l'équilibriste sur le fil de fer a duré deux minutes, et il a été pris une épreuve à chaque phase principale, de façon à donner la représentation complète des principales attitudes.

ARTS MÉCANIQUES

LES MACHINES FRIGORIFIQUES, PAR M. C. LINDE (1).

Les principaux résultats des recherches sur les basses températures, entreprises par Faraday et poursuivies par un grand nombre de physiciens, n'ont jamais

(1) « Refrigerating Apparatus », *Journal of the Society of arts*, 9 mars 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

été exposés et publiés d'une façon aussi complète et aussi compréhensibles, ni couronnés d'autant de succès que tout récemment, dans les leçons faites à l'Institution Royale, par le professeur Dewar, sur la liquéfaction des gaz.

Je n'emprunterai à ces leçons que la description d'une méthode qui nous permet de liquéfier les gaz considérés jusqu'ici comme permanents, notamment l'oxygène et l'azote, qui constituent notre air atmosphérique. Si l'on fait détendre (fig. 1) de l'acide carbonique liquide du commerce dans un récipient à la pression atmosphérique, la température s'y abaisse à — 80°; dans ce récipient, plongeons un second récipient, et liquéfions-y par compression, à — 80°, de l'éthylène, dont le point d'ébullition est d'environ — 100° à la pression atmosphérique, puis faisons, au moyen d'une pompe à vide, détendre cet éthylène liquide dans un troisième récipient : la température pourra s'y abaisser à — 130°. Liquéfions maintenant de même, à — 140°, de l'oxygène, dont le point d'ébullition est de — 190° à la pression atmosphérique, et laissons-le détendre dans le vide, et l'on pourra descendre ainsi à — 200° : température à laquelle l'air se condense à la surface des récipients même sans compression.

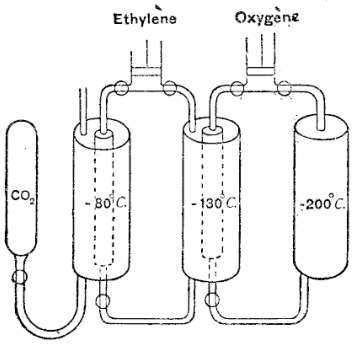


Fig. 1.

Nous pouvons donc, par cette méthode, réaliser des températures de — 200°, peu éloignées du zéro absolu : — 273°, des physiciens.

Dans l'industrie, les températures les plus basses que l'on ait utilisées, jusqu'ici, ne dépassent pas — 110°, pour la distillation, dans le vide, des essences organiques les plus subtiles et leur préparation à un degré de pureté inconnu jusqu'à présent.

Or, à ces exceptions près, l'on ne descend guère, dans l'industrie, beaucoup au-dessous de zéro, ni, dans 95 p. 100 des cas, plus bas que — 15°; mais, entre ces limites de températures, l'emploi des machines frigorifiques s'est, dans ces derniers temps, immensément étendu, au point que l'on ne peut guère lui comparer que le développement des applications de l'électricité. Un grand nombre de machines peuvent aujourd'hui produire le froid industriel en pleine sécurité, avec une régularité parfaite, et la question n'est plus que de savoir quelle est la machine capable de produire ce froid le plus économiquement possible, c'est-à-dire, avec la moindre dépense de travail mécanique ou de charbon. Je vais discuter sommairement la valeur économique des principales méthodes et machines actuellement employées dans les industries frigorifiques.

Les premières tentatives de construction de ces machines ont été dirigées en se basant sur certains phénomènes physiques considérés isolément, sans évalua-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion générale possible de la quantité de froid réalisable par un travail mécanique donné; c'est seulement par l'application des principes de la thermodynamique que l'on a pu établir les lois qui président au fonctionnement de ces machines, et répondre aux questions suivantes :

1° Quel est le rendement théorique de ces machines? ou le rapport entre les calories dépensées et le froid recueilli?

2° Par quelle méthode peut-on obtenir ce rendement?

3° Quel est le rendement réel des machines actuelles?

Tout d'abord il faut se rappeler que la réfrigération est essentiellement un procédé par lequel on élève une certaine quantité de chaleur d'une température plus basse que la température ambiante à une température plus élevée, où elle se

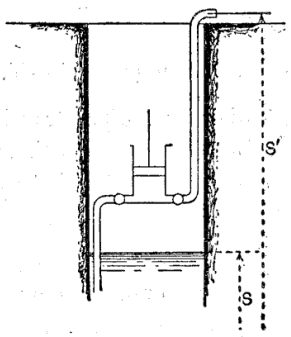


Fig. 2.

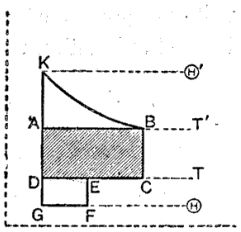


Fig. 3.

dissipe dans les corps environnants; de sorte que le fonctionnement thermique d'une machine frigorifique est, jusqu'à un certain point, l'équivalent de celui d'une pompe qui maintiendrait le niveau S d'un puits en élevant sa crue à un niveau supérieur d'écoulement S' (fig. 2).

Le travail W, nécessaire pour soustraire d'un corps Q calories à la température absolue de T°, et les élever à T'° : température à laquelle le condenseur réfrigérant des machines frigorifiques absorbe cette chaleur, est donné par l'expression

$$W = \frac{Q' - Q}{A} \text{ kilogrammètres (1).}$$

dans laquelle $A = \frac{1}{425}$ désigne l'équivalent calorifique du travail.

Cette équation exprime que la chaleur absorbée par le réfrigérant, Q', est égale à la somme de la chaleur soustraite, ou *frigories*, Q, et de l'équivalent calo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rifique, AW, du travail dépensé dans la machine, et transformé en la chaleur

$$Q' - Q = AW.$$

D'autre part, les quantités de chaleur sont, dans notre hypothèse, et d'après la seconde loi de la thermodynamique, reliées par la relation $\frac{Q}{T} = \frac{Q'}{T'}$ (2).

d'où,
$$A\,W = \frac{Q}{T}(T' - T)\ (3).$$

En un mot, pour soustraire Q calories à T', ou produire Q *frigories*, et les élever à T'°, il faut, dans une machine parfaite, dépenser un travail W, de

$$W = \frac{Q}{AT}(T' - T) \text{ kilogrammètres } (3).$$

Si l'on porte sur un diagramme (fig. 3) en ordonnées les valeurs de T et de T' et en abscisses celles de $\frac{Q}{T}$ et $\frac{Q'}{T'}$, l'équivalent calorifique du travail W sera représenté par le rectangle A B C D, de longueur $\frac{Q}{T} - \frac{Q'}{T'}$, et de hauteur T' — T.

On voit que, pour une température de réfrigération donnée T, le travail nécessaire à la production d'un nombre donné Q de *frigories* sera proportionnel à la différence des températures T' — T. Comme avec la pompe (fig. 2) le travail est, pour un poids P d'eau montée, égal à

$$P\,(S' - S),$$

on voit que son analogie avec la machine frigorifique conduit à donner, dans certains cas, aux valeurs $\frac{Q}{T}$, ou aux *entropies*, pour la commodité du langage, le nom de *poids thermique* (1).

L'équation
$$W = \frac{Q}{AT}(T' - T)\ .$$

suppose que la totalité de la chaleur Q soit absorbée à la température constante T, et Q' rejetée entièrement à la température T'. Si une partie F G de la chaleur Q est absorbée à une température θ, supérieure à T, le travail dépensé sera représenté par l'aire (A B C E G F), et si le rejet de la chaleur Q se fait à une température croissante, correspondante à la courbe B K, l'accroissement correspondant du travail sera représenté par l'aire B K A.

Nous voyons que l'équation

$$W = \frac{Q}{AT}(T' - T)$$

nous met en mesure de répondre aux questions précédemment posées.

(1) Voir *Zenner*, Théorie mécanique de la chaleur, p. 232 et 476.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Elle nous permet de calculer le travail théorique nécessaire pour soustraire une quantité de chaleur donnée Q à une température invariable T, et la rejeter à une température supérieure T' ; ou le nombre de *frigories* que l'on peut produire, dans ces conditions, par unité de travail.

2° Elle nous apprend qu'il faut, pour réduire ce travail au minimum, soustraire toute la chaleur Q à la température T la plus haute possible, et la rejeter à la température T' la plus basse que puisse fournir naturellement l'eau de réfrigération; en un mot réduire au minimum la chute de température (T' — T), à l'inverse de ce qui se passe dans les machines thermiques (1).

Nous allons étudier maintenant, à la lumière de ces données, la troisième question : jusqu'à quel point les machines frigorifiques actuelles satisfont-elles à ces conditions théoriques?

Les machines frigorifiques peuvent, comme on le sait, se diviser en deux grandes classes, suivant que le froid s'y produit par la *détente de l'air atmosphérique* ou par la *vaporisation d'un liquide volatil*, ramené ensuite à l'état liquide par *compression* ou par *absorption*.

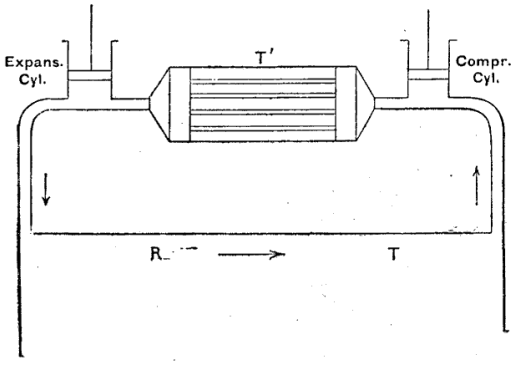


Fig. 4.

La figure 4 représente schématiquement une *machine à air* dont il faut maintenir la chambre froide R à une température constante T. Le compresseur C aspire l'air de cette chambre, puis le comprime à trois ou quatre atmosphères, en dépensant, pour cela, un travail de compression qui, transformé en chaleur, élève la température de l'air à θ'°; et cette température est ramenée, par une circulation d'eau réfrigérante au refroidisseur T', d'aussi près que possible à la température T' de cette eau. L'air, ainsi ramené à T', passe au cylindre de détente E, où il se détend jusqu'à la pression atmosphérique, en exerçant sur le piston du cylindre de détente un travail dont l'équivalent calorifique lui est soustrait, et abaisse sa température à θ°. L'air entre dans la chambre froide à cette température, et s'y élève de θ à T°.

Il s'agit donc, en somme, de maintenir cette chambre à T°, en y introduisant

(1) Voir *G. Richard*, Les machines frigorifiques à l'Exposition de 1889, p. 3 et 200. (1 vol. Paris, Bernard.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constamment de l'air à une température θ, beaucoup plus basse. Nous voyons de suite que le travail ABCD (fig. 5), théoriquement nécessaire pour l'élévation du poids thermique, s'est augmenté de CDE, parce qu'il faut l'élever non pas à partir du niveau constant T, mais à partir d'un niveau variable entre θ et T. En outre, le compresseur aspire l'air à T° et le comprime avec une élévation de température égale au moins à T—θ, si cette compression est adiabatique, c'est-à-dire, si elle se fait sans gain ni perte de chaleur, car il faut, d'après l'équation (1) rejeter entre θ′ et T′ la somme de la quantité de chaleur absorbée de θ à T et de l'équivalent calorifique de travail dépensé.

De là, un nouvel excédent de travail, représenté par l'aire A B F : comme si, ayant à soulever un poids de T à T′, dans un monte-charges, nous laissons le

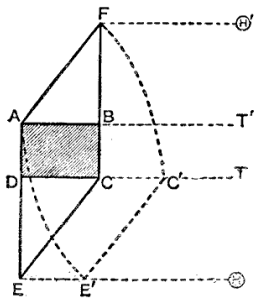


Fig. 5.

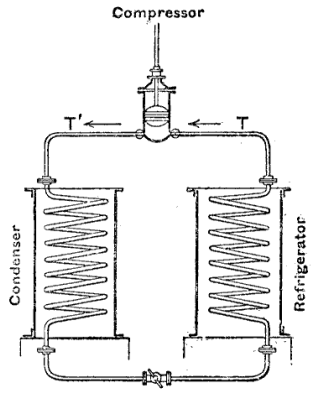


Fig. 6.

plateau du monte-charges descendre d'abord à θ°, pour le charger graduellement pendant qu'il remonte de θ à T, l'élever à θ′, et, enfin, le redescendre de θ′ à T′. Et il ne s'agit pas ici de faibles hauteurs : en effet, à moins de donner aux cylindres des dimensions exagérées, entraînant des pertes par rayonnement très considérables, la température θ doit être très inférieure à T. Si l'on prend T = — 8°, et la température de l'air aspiré également à 20°, chaque mètre cube d'air absorbera environ 18 calories, tandis qu'à la même température, la formation d'un mètre cube de vapeur d'ammoniac en absorberait 740. Si la température T′ de l'eau réfrigérante est de 15°, la chute de température (T′—θ); est de 23°, et l'on a ED = 2AD, de sorte que, dans ce cas, l'aire AFCE est égale à trois fois l'aire ABCD, correspondant au travail minimum nécessaire. En outre, l'abaissement de la température par la détente est, en raison des différentes pertes, par les parois, l'humidité de l'air et autres, très inférieure à l'abaissement correspon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant à l'adiabatisme; comme si l'air recevait, pendant sa détente A E′, de la chaleur qui en porterait le travail à A F C′ E′. Si l'on ajoute à ces considérations celle du rendement organique des machines à air, on voit que les meilleures d'entre elles doivent dépenser un travail au moins dix fois plus grand que le travail théorique.

Passons maintenant aux *machines à gaz liquéfiés par compression*, dont le fonctionnement est absolument l'inverse de celui des machines à vapeur ordinaires. Dans ces machines (fig. 6) le gaz liquéfié (acide sulfureux, ammoniac, acide carbonique) va se vaporiser dans le serpentin du réfrigérant, entouré d'un liquide incongelable qui en absorbe la chaleur latente de vaporisation à la température T (fig. 7), et cette vapeur est aspirée par le compresseur, puis refoulée dans le serpentin du condenseur ou liquéfacteur, où elle se liquéfie de nouveau à la

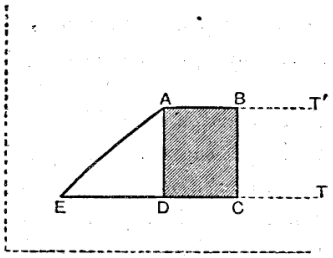


Fig. 7.

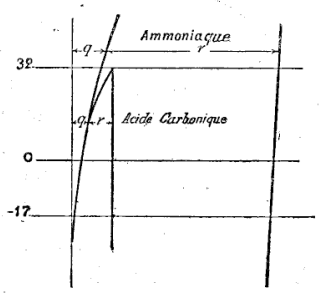


Fig. 8.

température T′ de l'eau qui refroidit ce serpentin, en cédant à cette eau sa chaleur de liquéfaction sous la température T′. Le réfrigérant absorbe à T° une quantité de chaleur que le compresseur élève adiabatiquement à la température T′, à laquelle la transmission de la chaleur de liquéfaction à l'eau est rendue possible, le tout conformément à la théorie. Le retour à la température T devrait se faire adiabatiquement; mais comme le gaz liquéfié à la pression p' passe, au travers du robinet de détente, dans le réfrigérant à la pression p', sa chaleur de liquide tombe de q' HU à q HU, et cette chaleur $(q'-q)$ absorbée, suivant A E, sous une température décroissante, est employée à vaporiser une partie du liquide avant son entrée dans le réfrigérant. Ce réfrigérant recevra donc, en E D, la chaleur $(q'-q)$, à la température T, correspondant à la pression p du réfrigérant. Le kilogramme du gaz liquéfié entrera donc au réfrigérant sous la forme d'un mélange renfermant $v = \frac{q'-q}{r}$ kilogrammes de vapeur : r étant la chaleur latente de vaporisation du kilogramme à T°. Plus v augmente, plus l'énergie fri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gorifique utile diminue; de sorte que le travail de compression, par frigorie, augmente presque proportionnellement $v\,\frac{q'-q}{r}$.

Théoriquement, dans une machine parfaite, le rendement est indépendant de la nature du gaz liquéfié; mais, pratiquement, il dépend du rapport entre la chaleur du liquide et la chaleur latente de vaporisation r, rapport très variable d'une vapeur à l'autre, comme l'indique la figure 8, sur laquelle on a porté en ordonnées les températures t, et en abscisses les chaleurs totales de vaporisation correspondantes $\lambda=(q+r)$ pour l'ammoniac et l'acide carbonique. On voit immédiatement que les chaleurs du liquide y sont relativement beaucoup plus considérables pour l'acide carbonique que pour l'ammoniac. En outre, à une certaine température, appelée température ou *point critique* (+ 32° pour l'acide carbonique) la chaleur latente s'annule. C'est la température à laquelle les volumes spécifiques de la vapeur saturée et de son liquide sont égaux, où le passage de l'état liquide à l'état de vapeur se font sans variation de volume, et, par conséquent, sans absorption de chaleur latente.

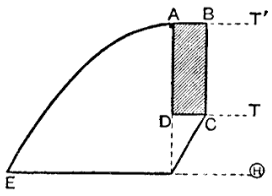


Fig. 9.

Si donc le gaz liquéfié arrive au réfrigérant à sa température critique, la puissance frigorifique de la machine sera nulle, tant que la vapeur y restera saturée, parce que, dans ce cas, $q'-q=r$; néanmoins si la vapeur arrive au réfrigérant à une température θ (fig. 9) très inférieure à celle de son liquide incongelable T, elle se surchauffe, et peut refroidir ce liquide, mais en exigeant, au lieu du travail théorique (ABCD), le travail plus considérable (ABCEF). Il est donc désavantageux d'employer comme gaz liquéfiable un gaz à point critique voisin des températures limites du cycle, parce que, dans ce cas, la chaleur du liquide $(q'-q)$ est relativement considérable par rapport à r. Au contraire, si ce point critique est, comme pour l'ammoniac, très éloigné, le rendement s'améliore au point de s'élever, comme l'expérience l'a démontré, aux 2/3 environ de celui qui correspond à la formule :

$$\frac{Q}{AW}=\frac{T}{T'-T}$$

Nous arrivons maintenant aux machines de la troisième classe, aux *machines à absorption*, dans lesquelles le travail mécanique du compresseur est (fig. 10) remplacé par une action chimique : l'absorption du gaz ou de la vapeur d'ammoniac par de l'eau d'un récipient appelé l'absorbeur. Cette eau est ensuite pompée dans un générateur, au travers d'un échangeur de température, où elle se chauffe en empruntant de la chaleur à la dissolution ammoniacale épuisée du générateur. Ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

générateur est chauffé, presque toujours, par de la vapeur, de manière à en chasser l'ammoniac à une pression suffisante pour le refouler dans le condenseur, où il se liquéfie à la température T'. Le cycle est donc le même que dans les machines à compression, en ce que la chaleur latente r' est rejetée au condenseur suivant AB (fig. 7) à la température T'; puis la chaleur du liquide $(q'-q)$ est cédée à des températures décroissantes de T' à T, suivant AE. Dans le réfrigérant, l'ammoniac enlève à son liquide incongelable la chaleur latente r, diminuée de celle $(q'-q)$ du liquide, en produisant, comme dans la machine précédente, $(q'-q)$ frigories effectives.

Mais, dans cette machine, le volume V d'ammoniac liquide est transformé, au

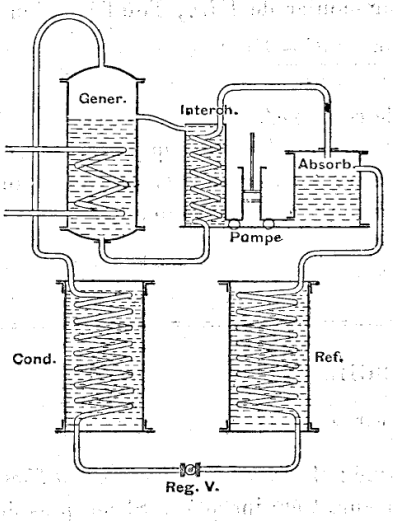


Fig. 10.

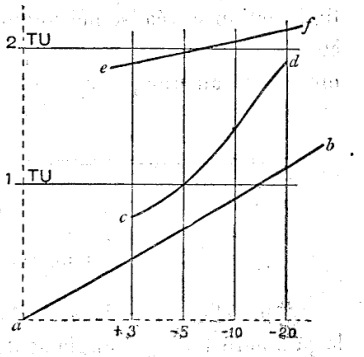


Fig. 11.

générateur, en un volume v, sous la pression p', par l'application directe d'un foyer lui fournissant la chaleur équivalente au travail $p'(v-\sigma)$ égal à celui de la compression; dans la machine à absorption, le moteur et le compresseur sont, en fait, confondus, et il ne faut comparer son rendement qu'à l'ensemble de ceux de la machine à compression et de son moteur à vapeur.

Dans cette dernière, il faut, pour recueillir le travail $W = \frac{Q}{A} - \frac{T'-T}{T}$ dépenser au moteur une chaleur Q' bien supérieure à AW : au moins 6,3 fois plus,

$$\frac{Q'}{Q} = 6{,}30\,\frac{T'-T}{T}$$

Sur la figure 11, on a porté, pour $T' = 16°$, les valeurs de $\frac{T'-T}{T}$ en abscisses,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et celles de $\frac{Q'}{Q}$ en ordonnées. La courbe *a b* est la représentative des valeurs *minima* de Q' pour une machine à absorption. La courbe *c d* est celle des valeurs de Q réellement mesurées dans les essais exécutés à la station du Polytechnischer Verein, de Munich, sur une machine à compression (1).

Nous avons vu que le froid maximum produit par kilogramme d'ammoniac est, dans la machine à absorption, donné par la formule :

$$Q = r - (q' - q)$$

Or, dans le générateur, sans même tenir compte de l'eau entraînée, la chaleur fournie se dépense en r', chaleur latente, + chaleur d'absorption a, + chaleur spécifique c, nécessaire pour surchauffer l'ammoniac de T' à θ; d'où l'équation :

$$\frac{Q'}{Q} = \text{au moins } \frac{r' + a + c\,(\theta' - T')}{r - (q' - q)}$$

représentée sur le diagramme (fig. 11) par la courbe *ef*.

La comparaison des trois courbes (*ab*) (*cd*) (*ef*) démontre que le travail de liquéfaction se réalise mécaniquement, dans les machines à compression, beaucoup plus économiquement que dans les machines à absorption fonctionnant même sans aucune perte.

(G. R.)

MÉTALLURGIE.

FILS DE FER ET D'ACIER, PAR J. P. BEDSON.

D'après l'ouvrage de M. J. Bucknall intitulé : *Wirei, ts manufacture and Uses*, la première fabrique anglaise de fils de fer aurait été installée à Sheen près de Richemond, Surrey, en 1663. A partir de cette date cette industrie se développa d'une manière continue et, parmi les perfectionnements apportés, on doit citer l'emploi des cylindres tournants.

Au XVIIe siècle, le commerce des fils métalliques paraît avoir suivi dans le Yorkshire la fabrication des tissus de laine ; c'est encore dans les districts d'Halifax et de Brighouse, que l'on fait aujourd'hui les plus grandes quantités de cardes.

Au XVIIIe siècle Birmingham devint le principal centre du marché de fils métalliques et l'on y fabriquait en grande quantité ce genre de produits ; mais, au commencement de ce siècle, c'est Warrington qui prit le pas sous le rapport de la production ; en même temps, Manchester, avec une seule marque, se met-

(1) Voir *Bajerisches Industries und Gewerbeblatt*, n° 25, 1893.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tait à la tête du progrès et se faisait remarquer surtout par la confection des fils télégraphiques de qualité supérieure.

A Warrington le travail était conduit bien mieux qu'à Birmingham. Dans cette dernière ville, le tréfileur accomplissait lui-même toutes les mains-d'œuvre nécessaires au complet achèvement de sa fabrication. Il nettoyait les verges, les étirait, réchauffait le fil écroué, l'étirait de nouveau à la dimension prescrite et le mettait enfin sous la forme convenable pour l'expédition. Ce système constituait une bonne école d'apprentissage, mais il n'était pas économique, et le travail fait dans ces conditions ne pouvait être assez soigné pour donner des produits de bonne apparence. A Warrington au contraire la main-d'œuvre était partagée entre des nettoyeurs, des étireurs, des réchauffeurs chargés de recuire le fil, et des magasiniers. C'est William Longshaw, directeur de l'une des plus vieilles maisons de Warrington, qui comprit le premier l'importance de cette divison du travail. Le fil ainsi fabriqué était taxé sur le marché à un prix plus élevé, et cette innovation fut bientôt universellement adoptée.

Pour faire des fils métalliques on choisit des verges n° 5 ou n° 6 de 50 mètres de longueur environ, on les lave à l'eau acidulée pour dissoudre l'oxyde de fer et on les recouvre d'un enduit de chaux ; c'est l'opération du décapage. On façonne ensuite en pointe l'une des extrémités de la verge. Autrefois cet affûtage se faisait à la main, ce qui serait maintenant difficile avec les rouleaux de verges actuels qui pèsent quelquefois 125 kilog.

On emploie aujourd'hui presque partout la machine. A la main les 1 000 kilog. de verges traitées reviennent à 2 francs environ ; le même travail, fait mécaniquement, ne coûte pas 0 fr. 20. La machine dont on se sert est une modification de la machine américaine à affûter les aiguilles ; elle se compose de deux masses tournant à 120 tours par minute et donnant trois fois ce nombre de coups dans le même temps. Le banc à tirer est muni d'une bobine à axe vertical que le tréfileur peut mettre en mouvement à volonté. Sur le banc, la filière est fixée sur un support. Le tréfileur passe l'extrémité effilée de la verge dans un trou de dimension convenable, en fait dépasser une certaine longueur en s'aidant de fortes pinces, puis fixe l'extrémité libre à l'étau que porte la bobine verticale ; cette bobine, mise en mouvement, entraîne la verge entière à travers la filière. Pendant cette opération il faut avoir soin de mettre du suif ou un autre lubrifiant aux points de la verge en contact avec la filière, autrement le trou serait bientôt dégradé. Dans ce travail le fer s'est écroui ; pour lui rendre sa ductilité, on place les rouleaux de fil dans un cylindre qui, une fois rempli, est fermé hermétiquement, chauffé au rouge, puis abandonné à un refroidissement lent. A leur sortie du cylindre on décape les fils de la manière précédemment indiquée.

En 1837, Cook et Wheastone prirent leur premier brevet de télégraphie électrique, et cette découverte créa un nouveau débouché à l'industrie des fils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métalliques. A propos de la confection du premier câble sous-marin qui fut posé en 1851 entre Douvres et Calais, on fit quelques perfectionnements importants relatifs à la grande longueur de fil fabriqué d'une seule pièce et à certaines dispositions qui permirent d'étirer les verges sans les recuire à travers deux trous de filière. La préparation des câbles transatlantiques furent l'occasion de nouveaux progrès.

En 1867, à l'Exposition universelle de Paris, on voyait dans la section anglaise un rouleau de verge pesant $127^{k},4$ et présentant une longueur de 320 mètres qui provenait du traitement d'une seule bille de fer ; on voyait encore un rouleau de fil n° 8 pesant $90^{k},7$ et mesurant 823 mètres, ainsi qu'un rouleau de fil n° 11 pesant 43 kilog., et mesurant $722^{m},4$. Ces magnifiques spécimens avaient été fabriqués à l'aide d'une machine spéciale inventée par G. Bedson, directeur des usines de fer de Bradford, à Manchester. Cet appareil comprenait 11 paires de cylindres placés l'un derrière l'autre, au lieu d'être disposés de front comme à l'ordinaire. Chaque paire tournait à une vitesse convenablement graduée, de telle sorte que le métal subissait dans le même temps la compression de tous les cylindres. Ce train traitait par jour 11 tonnes de fer et le poids de chacune des billes de fer mises en œuvre variait entre 36 kilog. et 45 kilog. Outre les avantages provenant de l'augmentation de la fabrication et de la qualité supérieure des produits, ce dispositif permettait de réaliser une notable économie; son seul inconvénient consistait dans la nécessité absolue de n'employer que du métal de qualité supérieure.

A partir de 1870, on adopta pour la fabrication des fils métalliques l'acier Bessemer qui, peu à peu, se substitua complètement au fer. Cette innovation permit aux fabricants de perfectionner leur matériel et d'augmenter la longueur des verges ; en effet, l'acier Bessemer, plus homogène que le fer et pouvant se laminer à une température plus basse, présente dans son travail moins de difficultés que ce dernier métal.

L'acier Bessemer se répandit de plus en plus jusqu'en 1884; à cette époque une véritable révolution s'opéra dans l'industrie des fils métalliques à la suite de l'apparition du métal préparé par les procédés basiques, suivant le brevet de MM. Thomas et Gilchrist. On comprendra l'importance de ce changement en remarquant que si l'on s'était servi de minerais communs dans le temps où l'on employait le fer, on n'aurait obtenu que de médiocres résultats, et même c'est à peine si le fil eût pu être travaillé à la filière : or, le procédé basique donne avec ces mêmes minerais le meilleur métal à tirer qui se puisse voir, et l'on ne peut le comparer qu'à la qualité la plus élevée de l'acier Bessemer au bois, tel qu'on le fabrique en Suède. En un mot, les tréfileurs du monde entier doivent beaucoup aux inventeurs des procédés basiques.

Le tréfilage n'a reçu que peu de perfectionnements. C'est M. Bedson qui, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

premier, a introduit le long tirage dans le traitement du fil métallique. Dans l'ancien système on saisissait le fil à chaque reprise à l'aide de pinces fixées à un levier, et à chaque fois on lui imprimait des marques qui pouvaient occasionner sa rupture; le déchet était de ce fait considérable lorsque l'on travaillait de courtes pièces pesant 8 à 10 kilog. Le long tirage a le grand avantage de ne faire prise qu'une fois sur le fil à son extrémité, ce qui ne cause qu'un déchet de 12 centimètres de fil.

Des perfectionnements ont été apportés l'année dernière à la fabrication des fils pour cardes. Au commencement de 1886 j'ai parlé d'une machine due à feu S. H. Byrne, de Brighouse, Yorkshire, qui permettait de tirer dans la même opération à travers huit, dix et même douze trous. M. Byrne poursuivit ses expériences pendant plusieurs années et prit son premier brevet en janvier 1884; j'estime que ce système aura un très grand succès. L'inventeur fut le premier à marcher dans cette voie, et il eut naturellement de nombreux imitateurs, de sorte qu'aujourd'hui de grandes quantités d'excellents fils ont été fabriquées par sa méthode ou par des méthodes analogues.

Je vais indiquer brièvement les propriétés des fils d'acier durs qui sont faits de manière à supporter des tractions de 195 kilogr. par millimètre carré; ces fils résistent également à des épreuves de torsion remarquables : ainsi le fil numéro 14 de 2 millimètres de diamètre peut être tordu quarante fois sur une longueur de 20 centimètres; on peut encore enrouler et dérouler ces fils trois ou quatre fois de suite, sur leurs propres diamètres. Ils constituent le meilleur échantillon à employer pour fabriquer des câbles pour bobines ou pour le remorquage.

Je pense que c'est à M. Horsfall de Birmingham à qui l'on doit attribuer les premières tentatives de préparation des fils durs en acier fondu; mais c'est feu M. William Smith, de Warrington, qui trouva le secret de ce procédé breveté et qui fabriqua ce genre de produit pendant plusieurs années, sans avoir de concurrents parmi les tréfileurs du monde entier; en fait, sa marque constituait un monopole. Toutefois son secret s'est divulgué, et actuellement plusieurs industriels de cette contrée sont en mesure de fabriquer cette excellente qualité de fils.

La seule nouveauté que l'on ait à mentionner en Allemagne est le train à verges, breveté par M. Boecker, de Schalke. Il se compose de deux cages placées parallèlement; les cylindres de ces cages sont mis en mouvement par l'intermédiaire d'engrenages conçus de telle sorte qu'ils débitent en même temps la verge dont la longueur s'est accrue en passant d'une cage à la cage parallèle correspondante. Ce train donne d'excellents résultats.

En Amérique de même qu'en Angleterre et en Allemagne, les trains employés s'éloignent du type belge primitif. M. Garett a fait breveter un dispositif qui se compose d'un train dégrossisseur pouvant laminer des blooms d'acier de 10 centimètres et d'un train finisseur partagé en deux parties; les rouleaux de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seconde partie tournant plus vite que ceux de la première. Avec ce système on obtient des résultats remarquables; on a fabriqué notamment à *Joliet*, en 10 heures, plus de 150 tonnes de verges, pesant chacune environ 70 kilogr. Cette énorme production est due principalement à l'emploi de la bobine automatique terminale, sur laquelle la verge s'enroule aussitôt qu'elle est laminée : elle ne peut ainsi s'accumuler en s'embrouillant, ce qui cause à la fois des déchets et des arrêts dans la fabrication.

La production de verges dans les États-Unis est estimée ainsi :

	tonnes.
Système Garet	650 000
Système continu	250 000
Autres systèmes	100 000
	1 000 000

On peut se demander où vont tous ces produits; lorsque j'aurai indiqué deux débouchés qui en consomment presque la moitié, il sera facile d'imaginer où le reste peut être employé. La fabrication des hameçons a débuté à *De Kalb*, dans l'Illinois, en 1873, à l'instigation de M. J.-F. Glidden; elle consommait 5 tonnes de fils métalliques en 1874 ; actuellement cette production atteint 200 000 tonnes. D'un autre côté, l'emploi du fil de fer pour la confection des clous était à peine connu il y a dix ans aux États-Unis, maintenant il se fait environ 200 000 tonnes de ces produits qui sont en train de chasser du marché les clous de l'ancienne fabrication. Quant à l'emploi du fil lui-même je l'indiquerai en citant quelques-uns de ses principaux débouchés commerciaux, tels que clôtures métalliques, fils télégraphiques, câbles en fil de fer pour le halage et le gréement des navires; on s'en sert d'ailleurs dans mille autres usages domestiques : on en fait des vis pour les chaussures et les souliers, on l'emploie pour donner de la raideur aux bords des chapeaux, etc.

J'ai trouvé, d'accord avec le *Board of Customs*, qu'en laissant de côté les fils télégraphiques, l'exportation s'est élevée en Angleterre à 48 060 tonnes en 1892, tandis qu'en 1891 elle avait atteint 68 530 tonnes. D'un autre côté, j'estime que notre production totale annuelle en fils de toutes dimensions est d'environ 101 500 tonnes, pouvant même s'élever à 121 800 tonnes.

En Allemagne l'exportation des fils métalliques a été de 190 196 tonnes en 1892 et de 169 983 tonnes en 1891 ; la statistique suivante est empruntée au journal *Stahl und Eisen* (vol. XIII, page 32).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Production en Allemagne et dans le Grand-Duché de Luxembourg.

	1889	1890	1891
Tonnes.	219 259	123 847	126 651
Tonnes.	186 060	220 522	281 967

Aux États-Unis on a fabriqué, en 1892, 637 246 tonnes de fils; en comparant ce chiffre à celui de 1891, qui est de 544 656, on remarque une augmentation de 92 590 tonnes. Presque toutes les verges fabriquées sont en acier. C'est la Pensylvanie qui doit être classée la première pour sa production en 1892, puis viennent l'Ohio, le Massachusetts et l'Illinois. Les autres États où on lamine des verges sont New-York, New-Jersey, l'Indiana et le Connecticut.

La production dans les Etats-Unis s'accroît d'ailleurs d'année en année.

	tonnes.
1888	283 965
1889	369 308
1890	482 225
1891	544 656
1892	637 246

Les États-Unis ont fabriqué plus de tonnes de verges en 1892 que de tonnes de rails d'acier Bessemer en 1879.

Les premiers clous en fils métalliques ont été faits à New-York en 1851 par William Hassal avec des fils de fer et de laiton; mais cette nouvelle fabrication ne fit réellement concurrence à l'ancienne qu'en 1884. En 1886, 27 usines américaines fabriquèrent 600 000 barils de $45^k,340$ de clous en fils métalliques; en 1887, la production s'éleva à 1 250 000 barils pour 47 usines; en 1888, à 1 500 000 barils; en 1889, à 2 435 000 barils; en 1890 à 3 135 911 barils pour 47 usines, presque tous ces clous étant en acier. Enfin, en 1891, on fabriqua 4 114 385 barils de cette sorte de clous.

(*Engineering.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 27 avril 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

M. Vareillas, rue des Haies, 80. — Bidon en fer-blanc. (Arts mécaniques.)

M. Aug. Coret, boulevard Bineau, 53, à Neuilly. — Pli cacheté contenant le projet d'un vélocipède. (Arts mécaniques.)

M. Denys, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Épinal, consulte la Société sur l'influence que peuvent avoir sur les truites d'un cours d'eau les eaux de lavage d'une fabrique de cellulose. (Arts chimiques.)

M. le Président de la Société de sauvetage envoie la convocation au VIII[e] congrès international de cette Société, qui aura lieu les 6, 7, 8 et 9 juillet à Saint-Malo.

M. Quentin, boulevard de Strasbourg, 177, à Boulogne-sur-Seine. — Brûleur permettant de chauffer les chaudières avec du pétrole. (Arts mécaniques.)

M. le Président de la Chambre de commerce de Cherbourg adresse à la Société, par l'intermédiaire de M. Éd. Simon, un extrait d'une délibération de cette Chambre au sujet de l'exportation du beurre. (Commerce.)

M. Delprat, avenue de Tourville, 17. — Système de navigation mécanique aérienne à ailes battantes. (Arts mécaniques.)

M. Roger, rue d'Alésia, 76. — Nouveau procédé de mouture. (Arts mécaniques.)

M. Debergue, architecte, rue Lafayette, 99. — Réclamation d'antériorité pour la fabrication des briques en porcelaine, présentée à la Société par M. Mouret dans la séance du 23 février dernier. (Arts chimiques.)

M. Guenin, officier de l'Instruction publique, à Beaucourt. — Brochures diverses sur la pédagogie agronomique. (Agriculture.)

M. de la Morvonnais, 25, rue de Paris, à Rennes. — Brochure intitulée : *L'Économie rurale de la Bretagne et son agriculture dans le passé et le présent.* (Agriculture.)

Les ouvrages suivants, offerts à la Société, sont signalés dans la correspondance imprimée :

Bulletin de l'Institut des Actuaires français. Article de M. Fouret sur le calcul des annuités.

Laboratoire de mécanique appliquée de la faculté technique de l'Université

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Liège. Rapport sur les essais de 1893-94, offert par Dwelshauvers-Dery, correspondant de la Société.

Causeries sur le dessin industriel, par J. Pillet, ingénieur des arts et manufactures. Un volume in-8°, orné de planches-vignettes.

Création de cités manufacturières, par Paul Verrier, professeur à l'École des arts industriels de Reims.

Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur. Rapport de M. Aug. Weber.

Annali di statistica, fascicules 48 et 49. Province de Pise et province de Palerme.

Den Tekniske Forenings Todsschrift, Copenhague. 11 livraisons, 1892-93.

Nomination d'un membre de la Société. — Est nommé membre de la Société *M. Charles-Auguste Cambon*, industriel à Sumène (Gard), présenté par *M. Ed. Simon*.

Rapports des Comités. — *Outils diamantés*. — *M. Alf. Tresca* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur les outils diamantés de *M. Félix Fromholt*, rue Simart, 3.

Pour la perforation de matériaux de grande dureté, M. Fromholt a imaginé de remplacer le diamant noir par des diamants cristallisés, non susceptibles d'être taillés, soit à cause de leur structure, de leurs couleur ou de leurs défauts. Il a de plus employé un procédé de sertissage différant complètement du procédé ancien et permettant de tenir compte, dans le montage des diamants, de leurs plans de clivage. Les attestations recueillies de nombreux exploitants de carrières confirment les excellents résultats qui ont été obtenus par l'emploi de l'outillage de M. Fromholt.

En conséquence, le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil de remercier M. Fromholt de sa très intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec gravure sur bois, planches et légendes explicatives nécessaires pour faire comprendre les différents outils imaginés par l'inventeur.

Ces conclusions sont adoptées.

Exposition de Saint-Étienne. — *M. Grüner* fait, au nom du Comité de commerce, un rapport sur l'ouvrage de *M. Marius Vachon* intitulé : *L'Exposition artistique et industrielle de Saint-Étienne*.

C'est un tableau très intéressant et très vivant des industries stéphanoises qui fait entrevoir, par de rapides aperçus, quelles ont été les phases principales de la transformation de ce grand village aux rues étroites et sombres, aux maisons basses et enfumées, en une grande ville de 135 000 habitants.

Saint-Étienne est à la fois le centre d'une grande exploitation houillère et d'une puissante industrie métallurgique ; c'est un groupe de nombreuses manu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

factures d'armes de guerre et de chasse, et son nom est plus encore connu peut-être dans toutes les parties du monde par les magnifiques produits de ses métiers à rubans et à velours.

L'ouvrage de M. Vachon conservera le souvenir de l'Exposition de Saint-Étienne et rappellera aux artisans de notre époque ce qu'ont pu faire leurs aînés par beaucoup de persévérance et d'intelligentes recherches.

Le Comité de commerce propose au Conseil de remercier M. Marius Vachon de son bel ouvrage et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Décoration du verre. — M. Léon Appert fait, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, un rapport sur un procédé de décoration du verre par *M. Robert Engelmann*, imprimeur-lithographe, à Paris.

L'auteur s'est inspiré des procédés, employés presque exclusivement aujourd'hui pour la décoration de la porcelaine et de la faïence, qui consistent à transporter par une simple application à la surface des objets décorés les dessins et les images obtenus par impression sur des papiers à décalque convenablement préparés.

Le succès a couronné les efforts persévérants de M. Robert Engelmann; depuis plusieurs années il livre aux peintres verriers et aux metteurs en plomb des quantités importantes de verres décorés, fabriqués dans les meilleures conditions comme perfection et comme prix, aidant à leur tour à produire ces verreries artistiques si bien faites pour orner nos habitations et en augmenter le charme et l'agrément.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts propose au Conseil de remercier M. Robert Engelmann, dont le nom est bien connu de la Société par les travaux de ses ancêtres MM. Godefroy et Jean Engelmann, de son intéressante présentation et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Images anaglyphes. — M. Davanne fait, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, un rapport sur les images dites anaglyphes présentées par *M. Ducos du Hauron*.

Ces images sont obtenues par impression photocollographique et donnent le relief stéréoscopique lorsqu'on les regarde avec des lunettes appropriées. M. Ducos du Hauron prend deux images stéréoscopiques d'une dimension quelconque; il fait imprimer les deux épreuves l'une sur l'autre avec le repérage convenable pour l'effet stéréoscopique : l'une est imprimée en rouge clair, l'autre en bleu clair; ces deux images chevauchent l'une sur l'autre et sont tout à fait confuses. Mais si on les regarde avec des lunettes appropriées munies de verres rouge et bleu assez foncé, l'image apparaît en couleur brune avec tout son effet de relief, sans qu'il soit besoin d'instruments compliqués.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est probable qu'on verra d'ici peu des illustrations d'ouvrages de sciences, de voyages, d'actualités, imprimées d'après cette méthode des deux couleurs. Ce qui n'a pas été fait en France est tenté en pays étranger, et il faut s'attendre à voir revenir, sous un autre nom, les applications de la méthode de M. Ducos du Hauron, comme nous avons vu revenir les freins à vide et puis les procédés de photocollographie de Poitevin et de Tessié du Motay et de Maréchal de Metz, sous le nom breveté d'Albertypie; mais quand viendra le retour, vous vous rappellerez certainement le chercheur qui vous a présenté les premiers spécimens de son invention.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts propose au Conseil de remercier M. Louis Ducos du Hauron de sa présentation et de lui en donner acte en insérant le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées.

Chronophotographie. — *M. Davanne* fait, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, un rapport sur l'appareil de chronophotographie de *M. Londe*.

La difficulté était de créer un instrument qui, obéissant à la volonté de l'observateur, pût inscrire les diverses phases, plus ou moins rapprochées, d'un mouvement suivant sa rapidité, et prendre des épreuves isolées avec des poses variables, suivant la nécessité de l'expérience. L'appareil de M. Londe est, en résumé, un appareil à objectifs multiples, caractérisé par la possibilité de faire varier à la fois la durée d'exposition de chacune des épreuves et l'intervalle entre celles-ci. L'appareil est prêt à donner les images successives de tout mouvement régulier ou irrégulier, lent ou rapide, à la volonté et au commandement de l'opérateur, et de plus il est portatif.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts propose au Conseil de remercier M. Londe de son intéressante communication, ainsi que M. Leroy, l'habile constructeur d'une des parties les plus délicates de cet appareil, le distributeur réalisant les *desiderata* de l'inventeur, et d'insérer au *Bulletin* de la Société le présent rapport avec les figures nécessaires pour en faire comprendre la description.

Ces conclusions sont adoptées.

Papier photographique. — M. Davanne fait, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, un rapport sur le papier photographique, dit *papier velours*, de M. Artigues (de Bordeaux).

La surface de ce papier est d'un noir mat uniforme et velouté, et on rend chaque feuille sensible à la lumière par l'application au verso d'une solution de bichromate de potasse. Après séchage, on expose la feuille sous le cliché négatif, puis on la mouille et on la fixe ensuite verticalement sur une règle de bois où on l'arrose, face et revers, avec un mélange assez épais d'eau et de sciure de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bois blanc à la température de 27°. La poudre noire, que l'action de la lumière n'a pas fixée, est enlevée par ce lavage; les blancs et les demi-teintes disparaissent, et lorsque l'opérateur a amené son épreuve à rendre l'effet qu'il cherche, il la lave à l'eau froide, la passe à l'alun, la lave de nouveau et la laisse sécher pour la monter ensuite comme les photographies ordinaires. Ce procédé permet d'obtenir des résultats excessivement remarquables par la beauté et la profondeur des noirs, la transparence et la légèreté des demi-teintes et les effets artistiques qui se rapprochent beaucoup de ceux obtenus par la gravure à la manière noire.

Le Comité propose de remercier M. Artigues de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Observatoire du Mont-Blanc. — M. G. Vallot* rend compte de la construction du premier observatoire du Mont-Blanc, qu'il a fait édifier à 4365 mètres d'altitude, au rocher des Bosses.

Après avoir démontré, en 1887, en séjournant trois jours consécutifs au sommet même du Mont-Blanc, qu'il était possible de vivre et de travailler aux grandes altitudes, M. Vallot entreprit la construction de l'observatoire. L'édifice est en bois, entouré d'un mur épais en pierres sèches reliées par un ciment de glace. Les transports ont été faits à dos d'homme, à travers les glaces, par charges de 15 kilos, chaque charge demandant deux jours pour être portée à pied d'œuvre.

La première construction a été établie en 1890, et les observations scientifiques ont été faites dès cette époque. L'observatoire ne se composait alors que de deux chambres, dont une était consacrée aux touristes. En 1891, un premier agrandissement a été entrepris. En 1892, le nombre des chambres a été porté à huit, qui sont toutes consacrées à l'observatoire, et la construction a été munie de doubles parois qui la rendent beaucoup plus chaude. En outre, un nouveau chalet de deux chambres a été construit sur un rocher voisin : c'est le refuge des touristes. Toutes ces constructions ont été faites aux frais personnels de M. Vallot.

Les observations scientifiques ont été continuées chaque année pendant l'été; elles sont complétées par deux autres stations établies par M. Vallot aux Grands-Mulets, à 3000 mètres, et à Chamonix, à 1000 mètres d'altitude. Des études y sont faites sur la météorologie, la physique du globe, la constitution et la marche des glaciers, la physiologie, la géologie et la topographie. Une partie des recherches a été publiée dans les *Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc* et dans les *Annales du Bureau central météorologique de France*.

L'observatoire a servi en outre, à différentes reprises, à loger l'ingénieur et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les ouvriers qui ont travaillé à la préparation de l'observatoire de M. Janssen, actuellement en construction au sommet du Mont-Blanc.

M. le Président remercie M. Vallot de sa très intéressante communication, qui a été accueillie par les applaudissements unanimes de l'assemblée, et la renvoie à l'examen du Comité des Arts économiques.

Sur les procédés de culture et d'irrigation en Indo-Chine. — *M. Duchemin*, planteur, habitant le Tonkin depuis sept ans, rend compte des méthodes de culture en usage en Chine, en Indo-Chine.

Ces deux contrées, avec les Indes, renferment plus de sept cents millions d'habitants, qui ne disposent ni d'instruments perfectionnés ni d'engrais chimiques, et qui pourtant vivent bien, se vêtissent, ont un certain nombre d'industries et exportent, chaque année, du riz, du blé, du coton, des graines oléagineuses, des huiles, des textiles.

En Extrême-Orient, l'agriculture est la première des professions, spécialement protégée par les lois et par les religions, elle conduit aux plus hautes fonctions et aux plus hautes distinctions.

Toutes les cultures sont en ligne et sarclées. Quant au riz, en Chine et en Indo-Chine, il est repiqué. Or, l'Indo-Chine française récolte, à elle seule, plus de vingt-cinq millions de quintaux de riz. Ils font aussi des cultures de montagne, et voici comment les montagnards procèdent pour leurs défrichements : ils abattent les arbres et coupent les arbustes et les roseaux; ils enlèvent les arbres susceptibles d'être vendus et laissent tout le reste sécher sur place; cela demande six ou sept semaines.

L'abatage se fait, non au ras du sol, mais à une hauteur de 40 à 80 centimètres. Plus l'arbre est gros, plus on coupe haut. Le feu atteint la sève et la tarit si bien jusque dans l'extrémité des racines, qu'au bout d'un an souches et racines sont pourries.

Aussitôt après le premier feu, ils rassemblent les bois qui n'ont été qu'à moitié calcinés sur les souches les moins brûlées, ils y mettent le feu et achèvent ainsi la destruction cherchée. Ils épandent les cendres et ensemencent sans retard, en faisant, de distance en distance, des trous, soit à l'aide d'une petite houe, soit à l'aide d'un bambou épointé. Une femme suit l'ouvrier; elle laisse tomber dans chaque trou quelques grains de riz de montagne, de coton, de maïs ou d'indigo, qu'elle recouvre avec le pied. On bine ou l'on butte ces cultures, et, après la récolte, sauf quelques rares souches plus résistantes et qui se désagrégeront peu à peu, on est en mesure de passer la grosse charrue presque partout et de planter du café, du thé, du cacao, etc.

M. Duchemin appelle l'attention de la Société sur ce fait que les indigènes dépensent peu de forces pour les travaux de défrichement, généralement si pénibles. C'est en utilisant les brindilles et les branchages recueillis sur les terrains

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

défrichés qu'ils parviennent à tarir la sève. Ce premier résultat obtenu, ils laissent au temps le soin d'achever l'œuvre de destruction.

La façon de moissonner au Tonkin pourrait aussi fournir quelques indications utiles aux cultivateurs français. En effet, tandis qu'en France 1 000 kilos de blé moissonnés représentent 3 500 kilos bruts et un volume de 18 à 20 mètres cubes, 1 000 kilos de riz moissonnés ne représentent, au Tonkin, que 1 380 kilos et un cube de 4 mètres. La moisson du riz s'effectue de la manière suivante : De la main gauche, le moissonneur saisit les brins de riz qu'il a rassemblés avec le « volant » dont sa faucille à moissonner est munie. Il les coupe à 18 centimètres au-dessous de l'épi, et, lorsque la poignée est formée, il arrache derrière lui quelques brins de chaume, lie cette poignée et la dépose sur la chaume. Dès qu'il a confectionné une soixantaine de poignées, il les réunit en deux paquets égaux, au moyen de cordes et il les emporte à la ferme, suspendus aux deux extrémités du bambou plat servant à porter les bambous sur l'épaule.

Chaque ferme tonkinoise a une aire pavée sur laquelle elle fait sécher, dans des paniers plats, toujours en bambou, ses diverses récoltes.

Au Tonkin, le cultivateur ne s'inquiète jamais des lieux ni du temps qu'il fera pour la moisson : il préfère même la pluie à un chaud soleil, car il perdra moins de grains durant le transport du champ à la maison.

Les procédés d'irrigation sont aussi fort intéressants : on sait que le riz exige énormément d'eau. Or, les Asiatiques, ne disposant pas des appareils puissants, mais coûteux, en usage en Europe, ont dû s'ingénier à trouver des appareils simples, de fabrication aisée et d'un gros rendement.

M. Duchemin décrit ou montre quelques-uns de ces appareils (1), entre autres l'écopette, une roue actionnée par les pieds et enfin la roue chinoise actionnée par le courant. Sur un bâti en bambou sont fixés : 1° des palettes en bambou; 2° des tubes, aussi en bambou, fermés à une de leurs extrémités.

La vitesse du courant, frappant sur les palettes, force la roue à tourner autour de son axe, ce qui permet aux tubes de se remplir d'eau qu'ils déversent dans un réservoir, dès qu'ils ont dépassé la verticale passant par le centre de la roue.

On peut faire des roues de toutes hauteurs jusqu'à 15 mètres au maximum.

M. Duchemin a eu l'idée d'utiliser la chute, ainsi créée sur un simple courant, pour faire monter une partie de l'eau, à l'aide du bélier ou d'un appareil élévateur d'eau dont M. Durozoi, 11, rue des Établissements-Industriels, est l'inventeur, sur ses collines plantées de caféiers.

En outre, les Annamites et les Chinois n'ont utilisé jusqu'ici la roue chinoise que dans les faibles cours d'eau et à l'époque des basses eaux. M. Duchemin voulant appliquer son système pour l'élévation des eaux prélevées sur les larges

(1) Voir les modèles à l'Exposition permanente des colonies, Palais de l'Industrie, Porte XII.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fleuves du Tonkin, qui sont sujets à des crues formidables, a eu l'idée d'installer tous les appareils, roue, réservoir, appareil élévateur, sur des radeaux de bambous, fort peu coûteux là-bas.

De cette façon le niveau reste constant entre les divers appareils d'une part et la rivière, d'autre part, et il suffit de réunir l'appareil élévateur au conduit fixe installé à terre par un conduit souple.

M. Duchemin présente ses appareils, pour lesquels il a pris un brevet, à l'examen de notre Section de Mécanique.

M. Duchemin se résume ainsi : Notre agriculture souffre ; elle paye fort cher sa main-d'œuvre, et parfois elle n'en trouve à aucun prix.

Comme remède on a souvent proposé au cultivateur français de tourner les yeux vers les États-Unis, de s'organiser de façon à agir avec de gros capitaux et de remplacer la main-d'œuvre par des instruments perfectionnés.

On pourrait prouver qu'aux États-Unis, au Brésil, au Mexique, où existaient et où existent encore d'immenses domaines, on les morcelle dès qu'on le peut, pour le plus grand bien de l'État, des propriétaires et des nouveaux acquéreurs.

Ce n'est pas vers l'Amérique que le paysan français doit tourner les yeux : c'est vers l'Asie ; vers l'Asie qui nourrit sept cents millions d'hommes par le travail, l'emploi des irrigations et d'excellentes méthodes dans les travaux de semis et de moisson et surtout en ayant pour principe de produire le maximum d'effets avec le minimum d'efforts, ce qui permet aux enfants, aux femmes et aux vieillards de prendre une part presque aussi active que les adultes aux travaux des champs.

On pourra faire intervenir les machines, mais les bienfaits du nombre se feront toujours sentir en agriculture. Il importe donc de chercher s'il ne serait pas possible de diminuer dans bien des cas les fatigues occasionnées, dans nos pays, par les travaux agricoles. On conserverait ainsi à la terre nombre de personnes que le trop lourd labeur en éloigne.

M. le Président remercie M. Duchemin de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité d'Agriculture.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Exposition Internationale d'Hygiène urbaine et maritime et d'Hydrothérapie à Boulogne-sur-Mer (**Pas-de-Calais**). — Un comité vient de se former à Boulogne-sur-Mer, sous le patronage de M. le Ministre de l'Intérieur et de la Municipalité de cette ville, pour l'organisation d'une Exposition Internationale

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'hygiène urbaine et maritime et d'hydrothérapie, qui aura lieu du 15 juillet au 15 septembre 1894.

Le Comité d'Honneur comprend les plus hautes notabilités scientifiques, administratives, etc.

Boulogne étant, à la fois, une ville industrielle, commerciale et de plaisance, cette Exposition y prend une importance exceptionnelle. Au point de vue pratique, la réussite de l'Exposition est assurée.

L'emplacement choisi, quai Gambetta, est d'ailleurs pendant toute l'année, et surtout l'été, l'endroit le plus fréquenté de la ville.

Adresser toutes les communications à M. *Henri Réveillez*, secrétaire du comité d'organisation, Mairie de Boulogne-sur-Mer.

Exposition Internationale de Saint-Pétersbourg. — Une importante Exposition de fruits, légumes, vins, cidres, poirés, eaux-de-vie, machines, ouvrages, produits alimentaires, aura lieu, à l'automne prochain, à Saint-Pétersbourg, sous le haut patronage de Sa Majesté l'Empereur de Russie, qui en a fait lui-même les premiers frais.

De nombreuses récompenses seront décernées dans chacune des neuf sections.

Plusieurs grands prix spéciaux et des récompenses extraordinaires seront accordés aux exposants les plus méritants.

Il y a donc intérêt pour tous les Français à prendre part à une Exposition en Russie, car les prix qu'ils obtiendront augmenteront considérablement leur réputation.

Adresser immédiatement toutes les demandes de renseignements et de programme à M. Eugène Vimont, Agent général du Comité supérieur, 18, rue Sauval (Bourse du Commerce), Paris.

Comité Supérieur de l'Exposition. — Président : Son Altesse Impériale Monseigneur le Grand-Duc Nicolas Mickailovitch.

Vice-Présidents : Prince Anatole-Eugeniévitch Gagarine, Grand Maréchal de la Cour Impériale, Charles Mickailovitch, Gartkévitch sénateur, conseiller privé, Alexis-Gutavovitch De Knorring, chambellan de la Cour de Sa Majesté Impériale.

Secrétaire général : Baron Nicolas-Alexandrovitch Raouche de Traubenberg, assesseur du collège.

Secrétaire : Nicolas-Constantinovitch Moulchenkoff, conseiller d'État.

Membres : Paul-Ivanovitch Gloukovsboye, chambellan de la Cour de Sa Majesté Impériale, Serge-Nicolaévitch de Khoudékoff, maréchal de la noblesse, Eugène Vimont, seul délégué général du Comité supérieur.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

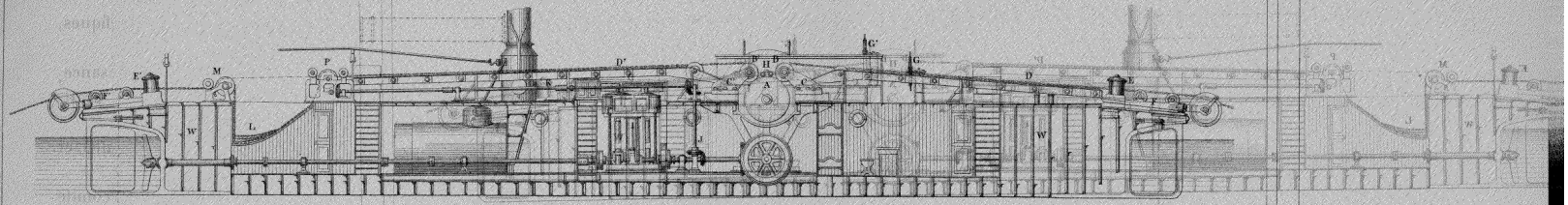


Fig. 2.

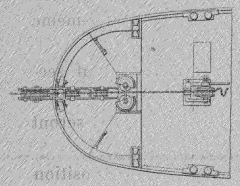


Fig. 3.

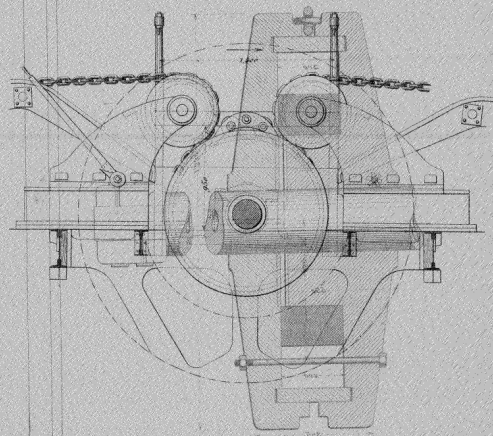


Fig. 5.

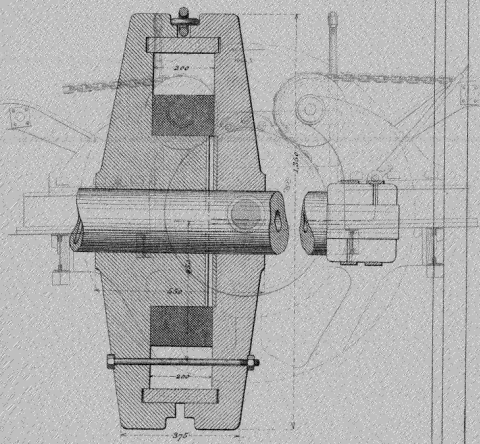
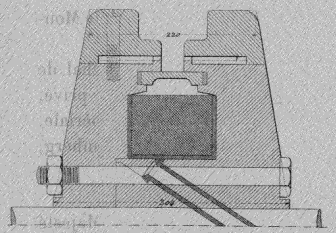
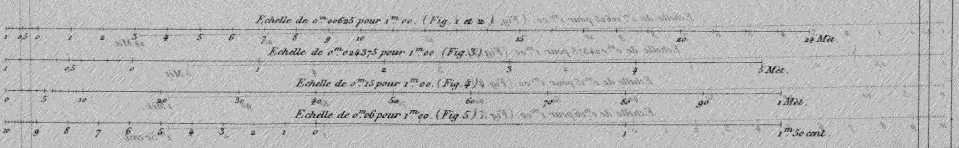


Fig. 4.





Imp. Monrocq. Autog. (Zinc) E. Gillet, 30, rue Guy Lussac, Paris.

TOUAGE PAR ADHÉRENCE MAGNÉTIQUE SYSTÈME DE BOVET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

RAPPORT *fait par* M. G. FOURET, *au nom de la Commission des Fonds*, SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1893

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 1893.

1re PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

Les recettes de l'exercice 1893 ont été les suivantes :

	fr. c.
1° Excédent de recettes reporté de l'exercice 1892.	4 142,95
2° Cotisation des membres de la Société : 495 cotisations, à 36 francs l'une	17 820 »
3° Dons divers.	1 829, »
4° Vente du *Bulletin* : 101 abonnements à 36 francs l'un et vente de numéros séparés	3 953 »
5° Locations diverses.	12 795,15
6° Arrérages de rentes.	61 469 50
7° Intérêts des sommes en dépôt.	90,20
TOTAL.	102 099,80

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les dépenses afférentes à l'exercice 1893 se décomposent comme il suit :

	fr. c.
1° Prix, médailles et récompenses diverses.	16 589,15
2° *Bulletin* tiré à 900 exemplaires : frais de rédaction, d'impression et d'expédition; remises aux libraires.	21 152 »
3° Impressions diverses : Annuaire, Procès-verbaux, Circulaires, etc..	2 992,80
4° Bibliothèque : traitement des agents, reliures et acquisitions, etc.	5 736,45
5° Secrétariat, agence et économat : traitements et frais de bureaux.	18 433,60
6° Jetons de présence.	5 820 »
7° Hôtel de la Société : travaux d'aménagement, d'entretien et de réparations	1 236,10
8° Mobilier	1 182,45
9° Chauffage, éclairage, air comprimé, eaux de la ville et vidange.. .	3 111 »
10° Contributions et assurances.	2 969,55
11° Frais d'expériences	14 »
12° Pensions.	3 500 »
13° Subventions et souscriptions diverses.	300 »
14° Divers, comprenant notamment les frais de publicité relatifs à la question de l'unification des filetages et des jauges..	6 239,20
TOTAL.	89 276,30
Excédent des recettes sur les dépenses	12 823,50
TOTAL ÉGAL à celui des recettes. .	102 099,80

Du rapprochement des chiffres précédents il résulte que, dans le cours de l'année dernière, le montant des dépenses a été de 8680 fr. 55 inférieur au montant des recettes, malgré une dépense exceptionnelle de 6000 francs environ, nécessitée par la publication et la distribution, à un grand nombre d'exemplaires, de plusieurs mémoires ou rapports sur un projet d'unification des filetages et des jauges, dont notre Société a cru devoir prendre l'initiative, en raison du haut intérêt qu'il présente, au point de vue industriel.

Dans le montant des dons divers se trouve comprise la subvention de 1500 francs, qui nous a été de nouveau accordée l'année dernière par M. le Ministre de l'Agriculture. Notre Société ne peut qu'être très touchée du renouvellement de cette marque de haute bienveillance, dont nous sommes redevables à la précieuse intervention de notre cher et honoré président.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2e PARTIE

FONDS D'ACCROISSEMENT

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

Cette fondation a pour but d'accroître dans l'avenir les ressources de notre Société, en capitalisant, à intérêts composés, jusqu'en 1933, les sommes provenant d'un legs du comte et de la comtesse Jollivet et d'une série de prélèvements opérés, dans ces dernières années, sur les fonds généraux, en exécution d'une décision prise en 1882.

Une somme de 5385 fr. 20, provenant des revenus de la fondation, a été employée, dans les cours du dernier exercice, à l'achat de 165 francs de rente 3 p. 100.

L'avoir de cette fondation comprenait, au 31 décembre dernier, une inscription de 5413 francs de rente 3 p. 100 et une somme de 256 fr. 90.

3e PARTIE

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX.

Nous avons maintenant, Messieurs, à vous rendre compte de la situation, au 31 décembre dernier, des diverses fondations que la Société a la mission de gérer, conformément aux intentions des donateurs.

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

Ce prix, d'une valeur de 12000 francs, est alimenté par une somme de 40000 francs léguée à la Société par le marquis d'Argenteuil. Il doit être décerné, tous les six ans, à l'auteur de la découverte la plus utile au développement de l'industrie française.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, une inscription de 2000 francs de rente 3 p. 100 et une somme de 6433 francs, déposée à la Caisse des dépôts et consignations.

2° Legs Bapst.

Cette fondation se compose de deux parties. L'une d'elles, destinée à venir en aide aux inventeurs malheureux, possède un revenu de 1565 fr. 20 de rente 3 p. 100. En utilisant une partie du reliquat disponible, provenant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du précédent exercice, il a été alloué, à titre de secours, à diverses personnes, en 1893, une somme totale de 1860 fr. 80.

Il restait en caisse, au 31 décembre dernier, une somme de 260 fr. 80.

La seconde partie de la fondation, destinée à aider les inventeurs dans leurs recherches, n'a donné lieu qu'à une application restreinte. Sur un revenu de 3304 fr. 80, il n'a été employé pour cet objet qu'une somme de 300 francs. L'excédent a permis d'acheter 91 francs de rente 3 p. 100. L'avoir de cette partie de la fondation se composait, au 31 décembre dernier, d'une inscription de 3395 fr. 80 de rente 3 p. 100 et d'un reliquat de 1446 fr. 25.

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

Une somme de 840 francs, prélevée sur le revenu de cette fondation, a été employée en 1893 à acquitter huit premières annuités de brevets et les frais accessoires auxquels ces brevets ont donné lieu.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, 1036 francs de rente 3 p. 100 et une somme de 1413 fr. 65.

4° Fondation de la princesse Galitzine.

Cette fondation n'a pas encore reçu d'application. Ses ressources se composaient, au 31 décembre dernier, de 15 obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est et d'une somme de 292 fr. 30.

5° Fondation Carré.

Cette fondation, constituée à l'origine par un don de 1 000 francs, n'a pas encore reçu de destination spéciale. Son avoir, au 31 décembre dernier, comprenait six obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est et un reliquat de 163 fr. 65.

6° Fondation Fauler (industrie des cuirs).

Le but de cette fondation est de distribuer des secours à des ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie des cuirs, qui se sont fait remarquer par leurs bons services. Une somme de 470 francs a été répartie en 1893 entre trois ouvriers remplissant ces conditions.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, quarante-trois obligations 3 p. 100 de diverses compagnies de chemins de fer, rapportant annuellement 619 fr. 20 et un reliquat de 297 fr. 25.

7° Fondation Legrand (industrie de la savonnerie).

Cette fondation, due à la libéralité d'un de nos collègues, a pour objet de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

venir en aide à des ouvriers ou contremaîtres de l'industrie de la savonnerie qui se sont signalés par de bons services. Une somme de 600 francs a été répartie en 1893 entre trois ouvriers satisfaisant à ces conditions.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, soixante-deux obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est, donnant un revenu annuel de 892 fr. 80, et une somme en espèces de 1 231 fr. 30.

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

Un secours de 400 francs a été alloué, en 1893, sur cette fondation, dont l'avoir, au 31 décembre dernier, comprenait vingt-neuf obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est, rapportant annuellement 417 fr. 60, plus un reliquat de 399 fr. 55.

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

Cette fondation est destinée à procurer des secours, 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 en 1893.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, quarante obligations 3 p. 100 du chemin de fer de l'Est, donnant un revenu annuel de 576 francs et une somme en caisse de 697 fr. 55

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

Cette fondation a pour objet de venir en aide à des ouvriers ou contremaîtres, malheureux ou infirmes, de l'industrie de la cristallerie. Aucun secours n'a été accordé en 1893.

L'avoir de la fondation, au 31 décembre dernier, comprenait huit obligations 3 p. 100 des chemins de l'Est, rapportant annuellement 115 fr. 20 et une somme en caisse de 444 fr. 15.

11° Fondation Ménier (industrie des arts chimiques).

Cette fondation a pour but de procurer des secours à des ouvriers ou contremaîtres de l'industrie des arts chimiques. Aucune somme n'a été allouée en 1893.

L'avoir de la fondation, au 31 décembre dernier, se composait de neuf obligations 3 p. 100 et de deux obligations 5 p. 100 des chemins de fer de l'Est, donnant ensemble un revenu annuel de 177 fr. 60. En outre il restait en caisse une somme de 497 fr. 95.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

12° Grand Prix de la Société d'Encouragement.

Notre Société a institué un prix de 12 000 francs destiné à récompenser, tous les six ans, une découverte ou un perfectionnement offrant un intérêt capital pour notre industrie. Ce prix doit être décerné en 1895. Une réserve de 14 383 fr. 65, supérieure par conséquent à la somme nécessaire, existait en caisse au 31 décembre dernier.

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'Exposition de 1867, ont fait don à notre Société d'une somme de 13 169 fr. 85, pour instituer 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. Ce prix pourra être décerné, s'il y a lieu, en 1895.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, quarante-trois obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est et une réserve en caisse de 5 315 fr. 05.

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 2 315 fr. 75, avec les revenus de laquelle il a été créé un prix qui doit être décerné, tous les cinq ans, à l'auteur d'un perfectionnement important apporté au matériel ou aux procédés du génie civil, des travaux publics ou de l'architecture. Ce prix, qui consiste en une médaille d'or de 500 francs, vient à échéance en 1895.

L'avoir de la fondation, au 31 décembre dernier, comprenait douze obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est et une somme de 690 fr. 35.

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

Sur l'initiative de M. Fourcade, les exposants de la classe 47, à l'Exposition universelle de 1878, ont versé à notre Société une somme destinée, par son revenu, à récompenser, chaque année, un ouvrier de l'industrie des produits chimiques, choisi de préférence parmi ceux des donateurs et parmi ceux qui comptent le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans le même établissement. Un legs de 8 000 francs, dû à la libéralité de M. Fourcade, et dont notre Société est entrée récemment en possession,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a permis, suivant les intentions du donateur, de porter à l'avenir le montant du prix de 800 à 1 000 francs. Ce prix, de 1 000 francs, a été décerné, en 1893, à Mlle Floris, ouvrière à la manufacture de parfums de M. Chiris, à Grasse.

L'avoir de la fondation consiste en un titre de 1 000 francs de rente 3 p. 100 sur l'État.

16° Fondation du général comte d'Aboville.

Le comte d'Aboville a légué à la Société une somme de 10 000 francs, destinée à fournir, avec les intérêts capitalisés, le montant de prix à décerner à des 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. Plusieurs prix ont déjà été décernés dans ces conditions.

La fondation possédait encore, au 31 décembre dernier, sept obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est et une somme en caisse de 473 fr. 55.

17° Legs Giffard.

Henri Giffard a légué à notre Société une somme de 50 000 francs, dont le revenu a reçu, conformément aux intentions du donateur, une double destination. La moitié en a été consacrée à la création d'un prix de 6 000 francs, qui, sous la dénomination 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 sera décerné pour la seconde fois, s'il y a lieu, en 1896.

Le reste du revenu de la fondation doit servir à distribuer des secours. Une somme de 1 000 francs a été ainsi employée en 1893.

L'avoir de la fondation, au 31 décembre dernier, comprenait une inscription de 1 949 francs de rente 3 p. 100 et une somme de 6 184 fr. 70, supérieure au montant du prix à décerner dans deux ans.

18° Fondation Meynot.

MM. Meynot père et fils ont fait don à notre Société d'une somme de 20 000 francs, pour créer un prix destiné à récompenser les progrès, inventions et perfectionnements intéressant la moyenne ou la petite culture. Ce prix, d'une valeur de 1 200 francs, est échu cette année.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, une inscription de 730 francs de rente 3 p. 100 et une somme de 821 fr. 70.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

19° Fondation Melsens.

Mme veuve Melsens, voulant honorer la mémoire de son mari, a fait don à notre Société d'une somme de 5 000 francs, pour créer 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.

Le prix, d'une valeur de 500 francs, a été attribué en 1893 à M. Trouvé, pour l'ensemble de ses découvertes.

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

Sur l'initiative du baron Thénard, et par l'entremise de M. Savalle, la Société a reçu, à la suite de l'Exposition de 1867, une somme de 6 326 fr. 14, montant d'un reliquat appartenant au groupe des exposants de la classe 50. Une fraction de cette somme, s'élevant à 1 500 francs, nous est définitivement acquise, par suite de l'adhésion des intéressés. Les autres membres du groupe n'ayant pas jusqu'à présent donné leur consentement explicite, leur quote-part devra leur être remise, dans le cas où ils la réclameraient avant l'expiration du délai légal de trente ans.

C'est sous cette réserve que la Société a reçu la somme de 6 326 fr. 14 des mains de M. Savalle. Cette somme a été employée à l'achat de seize obligations de l'Est 3 p. 100. Il y avait de plus en caisse, au 31 décembre dernier, une somme de 1 773 fr. 40.

21° Prix Parmentier fondé par les exposants de la classe 50, à l'Exposition universelle de 1889 (Industries relatives à l'alimentation).

Sur l'initiative de M. Aimé Girard, les exposants de la classe 50, à l'Exposition universelle de 1889, ont fait don à la Société d'une somme de 9 846 fr. 75, formant le reliquat des frais de leur installation commune, dans le but de fonder, sous le nom de prix Parmentier, un prix de 1 000 francs destiné à récompenser, tous les trois ans, les recherches scientifiques ou techniques de nature à améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires. Ce prix n'a pas encore été décerné.

Cette fondation possédait, au 31 décembre dernier, une inscription de 335 francs de rente 3 p. 100 et une somme en caisse de 1 349 fr. 90.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

22° Fondation des exposants de la classe 51 à l'Exposition universelle de 1889 (Matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie).

Sur la proposition de M. Michel Perret, plusieurs exposants de la classe 51, à l'Exposition universelle de 1889, se sont mis d'accord pour faire don à notre Société d'une somme de 2556 fr. 30, provenant du reliquat des frais de leur installation commune. Cette somme et ses intérêts accumulés serviront ultérieurement à fonder un prix.

Une des dix obligations des chemins de fer de l'Est que possédait cette fondation a été remboursée dans le courant de l'année 1893 et une nouvelle obligation a été achetée pour la remplacer. L'avoir de cette fondation, au 31 décembre dernier, comprenait, en plus de ces six obligations, une somme de 320 fr. 15.

23° Don de la classe 21 à l'Exposition universelle de 1889 (industrie des tapis et tissus d'ameublement).

Notre Société a reçu des mains de M. Louvet, secrétaire de la classe 21 à l'Exposition universelle de 1889, la somme de 400 francs, montant du reliquat des fonds consacrés à l'installation de cette classe. Cette somme, suivant le désir des donateurs, devra être employée en actes de bienfaisance à l'égard d'ouvriers malheureux, appartenant à l'industrie des tissus d'ameublement.

24° Fondation des exposants de la classe 63 à l'Exposition universelle de 1889 (génie civil, travaux publics et architecture).

Les exposants de la classe 63 à l'Exposition universelle de 1889 ont versé dans la caisse de la Société une somme de 3869 fr. 85, représentant un reliquat disponible sur les frais d'installation de cette classe. Cette somme, accrue de ses intérêts, servira ultérieurement à créer un prix.

La fondation possédait, au 31 décembre dernier, neuf obligations 3 p. 100 des chemins de fer de l'Est et une somme de 156 fr. 70.

Tel est, en résumé, Messieurs, le bilan des comptes du dernier exercice. La Commission des Fonds, après en avoir reconnu l'exactitude, vous propose de les approuver et de renouveler à notre sympathique trésorier, M. Goupil de Préfeln, les témoignages de notre vive gratitude pour le dévouement qu'il ne cesse de prodiguer aux intérêts de la Société.

Signé : G. Fouret, *rapporteur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT *fait par* M. BORDET *au nom des Censeurs, sur les* COMPTES DE L'ANNÉE 1893.

MESSIEURS,

Vos Censeurs n'ont pas cette année d'observation nouvelle à vous présenter. La comparaison des comptes de l'exercice 1893 avec ceux de l'exercice précédent ne fait ressortir que des différences peu importantes ou n'exigeant aucun commentaire.

Après une période de transformation, caractérisée par des dépenses extraordinaires et des mouvements corrélatifs dans divers chapitres de la recette, notre Société a maintenant atteint, au point de vue financier, un régime à peu près constant.

Nous devons toutefois vous signaler que, cette année, le nombre des membres de la Société a recommencé à décroître d'une manière sensible. Depuis deux ans nous n'avions pas eu à faire semblable constatation, et nous regrettons de voir réapparaître la situation fâcheuse des années 1885 à 1890.

Notre prospérité financière n'en est que faiblement atteinte, parce qu'un long et brillant passé nous a permis d'accumuler des ressources importantes ; mais une société comme la nôtre n'affirme véritablement sa vitalité que par le nombre de ses membres sans cesse croissant, et témoignant ainsi de l'utilité de ses travaux, de l'intérêt de ses séances, de la valeur de ses publications.

Les moyens d'action dont nous disposons sont assez étendus pour nous permettre de faire bien des œuvres utiles à l'industrie, en dehors des distributions de secours et de récompenses : c'est par là sans doute que nous ferons venir à nous de nouveaux adhérents.

Nous nous associons aux remerciements bien mérités que la Commission des Fonds adresse à notre digne trésorier, et nous vous proposons, Messieurs, d'approuver les comptes tels qu'ils vous sont présentés.

Signé : LUCIEN BORDET, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 8 *juin* 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. SAUVAGE *au nom de la Commission des filetages, sur* L'UNIFICATION DES FILETAGES ET DES JAUGES DE TRÉFILERIE.

Les publications de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, relatives à l'*unification du filetage des vis mécaniques et des jauges de tréfilerie* (*Bulletins* de décembre 1891, p. 692; d'avril 1893, p. 173; de septembre 1893, p. 704; d'octobre 1893, p. 762; de novembre 1893, p. 806; de mars 1894, p. 139; d'avril 1894, p. 145), ont provoqué de nombreuses réponses, approuvant presque toutes le principe des unifications proposées. La réunion du 10 mai 1894, tenue dans l'hôtel de la Société, a permis la discussion générale de ses propositions dans tous leurs détails.

A la suite de cette réunion, après avoir pesé attentivement toutes les réponses écrites qu'elle a reçues, ainsi que les observations présentées à la séance du 10 mai, la Société se croit en état de formuler, comme il suit, les règles qui conviennent pour un système uniforme de filetages et pour les jauges des fils métalliques. Ces règles ont, d'ailleurs, été admises par la grande majorité des membres de la réunion du 10 mai.

Il ne reste plus à la Société qu'à adresser un pressant appel à tous les ingénieurs, à tous les constructeurs, ainsi qu'aux grandes administrations publiques et aux compagnies industrielles, pour qui cette unification présente un si sérieux intérêt : le seul moyen d'obtenir cette unification, et de l'obtenir rapidement, est de mettre en pratique les règles établies.

RÈGLES POUR LA CONSTRUCTION DES VIS MÉCANIQUES

ÉTABLIES PAR

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE A LA SUITE DE L'ENQUÊTE FAITE EN 1893-1894

Vis auxquelles s'appliquent les règles de la Société d'Encouragement. — Les règles formulées ci-après ne s'appliquent qu'aux seules *vis mécaniques*, c'est-à-dire aux vis métalliques, de diamètre égal ou supérieur à 6 millimètres, destinées à l'assemblage des pièces de machines et aux constructions mécaniques. Ces règles ne s'appliquent pas aux très petites vis, dites *vis horlo-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gères; aux vis découpées sur des *tubes;* aux vis *spéciales*, qui servent soit aux transmissions de mouvement dans les tours et autres machines, soit aux mesures micrométriques, soit à des usages particuliers exigeant certaines dispositions qui ne peuvent rentrer dans un système uniforme de filetage; enfin elles ne s'appliquent pas aux vis à bois, qui pratiquent elles-mêmes leur logement dans une matière relativement molle.

Nature du filet. — Le tracé des vis mécaniques est déterminé par l'enroulement en hélice *à droite* d'un filet simple, obtenu par la troncature d'un triangle primitif dont la base, placée parallèlement à l'axe de la vis, est égale au pas de la vis.

Jeux entre les vis pleines et les vis creuses. — Les vis pleines et les vis creuses ou écrous, qui se correspondent, ont, en principe, mêmes filets; mais, afin de tenir compte des tolérances d'exécution, indispensables dans la pratique, tolérances qui doivent varier selon les circonstances, le profil fixé est un *profil limite*, pour la vis pleine comme pour la vis creuse; cette limite est prévue *par excès* pour la vis pleine et *par défaut* pour la vis creuse : en d'autres termes, la vis pleine doit toujours rester à l'*intérieur* du profil limite, et la vis creuse à l'*extérieur* de ce même profil.

Les écarts entre la surface théorique commune et les surfaces réalisées sur la vis pleine et sur son écrou déterminent le *jeu* que présenteront les deux pièces montées l'une sur l'autre. Aucune valeur n'est fixée pour ce jeu, chaque constructeur restant juge des tolérances admissibles, suivant la destination des vis et suivant l'outillage employé pour leur fabrication.

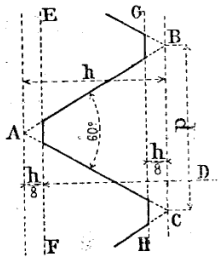


Fig. 1.

Forme du filet. — Le triangle primitif du filet est un *triangle équilatéral*, dont le côté égale le pas; ce triangle est tronqué par deux parallèles à la base, menées respectivement au huitième de la hauteur à partir du sommet et de la base. Sur la fig. 1, le triangle équilatéral primitif est ABC, et les troncatures sont données par les droites EF et GH.

La *hauteur* du filet, mesurée entre les troncatures, est, par suite, égale aux trois quarts de la hauteur du triangle équilatéral primitif; c'est approximativement le pas multiplié par 0,65, soit un peu moins des deux tiers du pas.

Arrondis que peuvent présenter les angles dans l'exécution. — Dans la pratique, et suivant le degré de fini dans l'exécution, les angles vifs saillants et rentrants du profil se trouveront arrondis, plus ou moins légèrement, mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de telle sorte que ni la vis pleine ni la vis creuse ne dépassent leur surface limite commune, fixée suivant la règle indiquée plus haut.

Diamètre des vis. — Le diamètre des vis se mesure sur l'extérieur des filets après troncature : c'est le diamètre du cylindre coté D sur la figure, qui termine la vis suivant EF.

Série normale des diamètres principaux. — Le système proposé pour les vis mécaniques comprend une *série normale* de *vis principales*, de diamètres pairs, dont les pas croissent de demi en demi-millimètre à partir de 1 millimètre. Au pas de 1 millimètre correspond le diamètre de 6 millimètres (1); chacun des pas suivants correspond à un diamètre croissant suivant la progression indiquée ci-après.

Diamètres intermédiaires. — Entre les vis principales, on peut intercaler, suivant les besoins, des *vis intermédiaires*, dont le pas reste celui de la vis principale immédiatement inférieure. Les diamètres de ces vis intermédiaires doivent toujours être exprimés par un nombre entier de millimètres, et, de préférence, par un nombre pair.

Tableau des vis principales. — La composition de la série normale est donnée par le tableau ci-dessous, qui indique, pour chaque vis principale, le pas, le diamètre et un numéro d'ordre :

PAS mm.	DIAMÈTRE mm.	NUMÉRO	PAS mm.	DIAMÈTRE mm.	NUMÉRO
1	6 (1)	0	6	64	10
1,5	10	1	6,5	72	11
2	14	2	7	80	12
2,5	18	3	7,5	88	13
3	24	4	8	96	14
3,5	30	5	8,5	106	15
4	36	6	9	116	16
4,5	42	7	9,5	126	17
5	48	8	10	136	18
5,5	56	9	10,5	148	19

Les diamètres D, exprimés en nombre entier de millimètres, peuvent se déduire du pas p, par la formule :

$$D = \frac{p\,(p+8)}{1,3} - 1,5$$

où l'on prend pour p les différentes valeurs adoptées, c'est-à-dire la série

(1) Cette vis de 6 millimètres de diamètre est commune à la série horlogère et à la série mécanique, auxquelles on peut considérer qu'elle sert de point de raccordement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des nombres 1 — 1,5 — 2, etc., croissant par demi-millimètre. Le résultat du calcul doit être arrondi, par excès ou par défaut, de manière à donner le nombre *pair* le plus voisin. On opère par excès s'il y a incertitude, comme cela se présente pour le pas de $6^{mm},5$.

Le pas p d'une vis, dont on se donne le numéro d'ordre n, est égal à $\frac{n}{2}+1$; le diamètre correspondant peut se calculer par la formule $D=\frac{n(n+20)}{5,2}+5,45$, en arrondissant le résultat jusqu'au nombre pair le plus voisin.

La figure 2 représente graphiquement la gradation des diamètres et des pas correspondants.

Si l'on désire, dans certains cas, des vis plus grosses que celles du tableau, il suffit, pour étendre la série, d'appliquer la même formule, qui donne, pour les pas de 11^{mm} — $11^{mm},5$ — 12^{mm} — $12^{mm},5$, les diamètres de 160 — 172 — 184 — 196 millimètres.

RÈGLES ACCESSOIRES

Les règles formulées ci-dessus pour la détermination de la forme des filets, des pas et des diamètres correspondants constituent la partie essentielle de l'unification des filetages ; celles qui suivent s'appliquent aux dimensions accessoires des diverses parties des vis, boulons et écrous couramment employés, que l'on peut trouver utile de fixer également dans certains cas.

Diamètre du corps des boulons. — Le *corps* des boulons et des vis peut avoir un diamètre un peu supérieur à celui de la partie filetée. L'excès de diamètre du corps ne devra pas dépasser $0^{mm},5$ pour les vis de 6 à 14 millimètres ; 1 millimètre pour celles de 15 à 48 millimètres ; enfin 2 millimètres pour les diamètres de plus de 48 millimètres. Les diamètres des trous destinés à recevoir les boulons seront fixés en conséquence, de manière à toujours rester au-dessus de ces limites.

Têtes de boulons et écrous. — Les *têtes* des boulons et les *écrous* des formes usuelles, hexagonales et carrées, s'inscrivent dans un cercle dont le rayon est égal au diamètre de la vis. Pour les vis de diamètre impair, qu'on peut être appelé à employer occasionnellement, il sera bon de conserver la tête correspondant au diamètre pair immédiatement inférieur.

L'inclinaison des *têtes coniques* sera de 9 de base sur 10 de hauteur (comptée parallèlement à l'axe de la vis), ce qui correspond, pour le cône, à un angle au sommet de 84° environ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La *hauteur* des têtes et des écrous ne paraît pas susceptible d'être fixée d'une manière générale; on peut toutefois considérer comme valeur normale de cette hauteur le diamètre de la vis.

De même, les dimensions des trous de goupilles, des ergots, des fentes pour recevoir les tournevis, peuvent varier beaucoup : on recommande toutefois de fixer à deux fois le pas la largeur de ces fentes et le diamètre des trous de goupilles, et de prendre, pour les dimensions des ergots, des multiples entiers du pas.

Longueur des boulons. — La *longueur* à donner aux boulons ne peut être fixée à l'avance d'une manière générale, puisqu'elle dépend de l'épaisseur des assemblages auxquels ils sont destinés.

Toutefois, pour les boulons de types courants, on peut se proposer l'établissement de séries commerciales permettant d'obtenir facilement la plupart des lon-

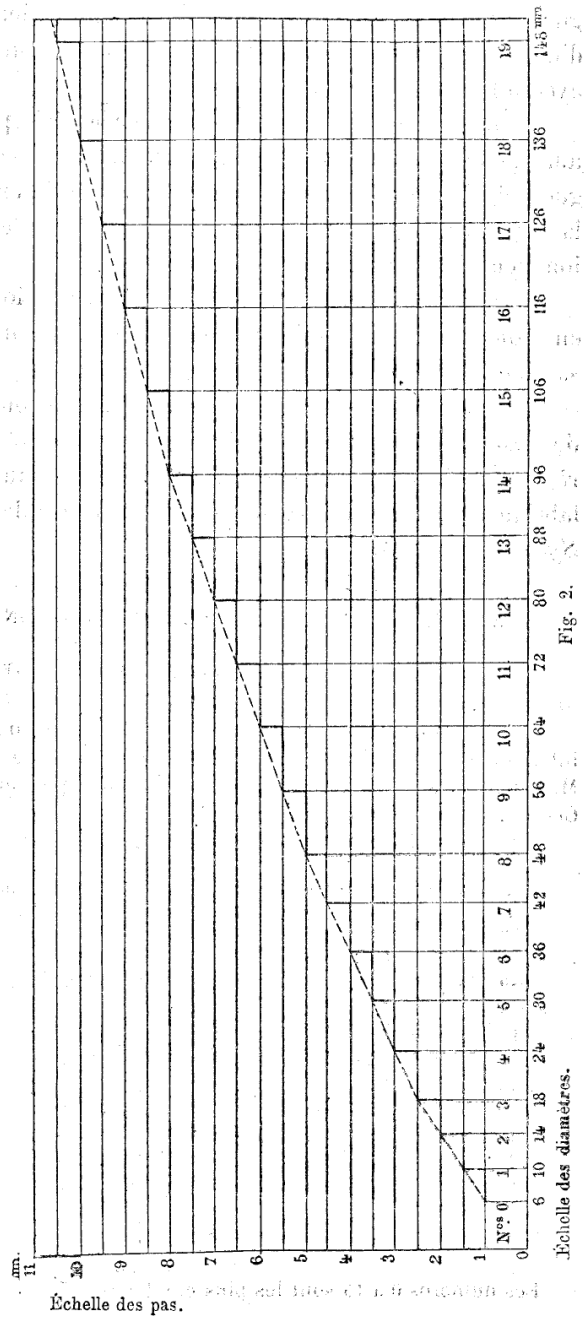


Fig. 2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gueurs utiles. A cet effet, il suffirait de faire varier la longueur des boulons d'une série par quantités constantes, choisies dans un rapport convenable avec la longueur filetée.

On pourra, par exemple, commencer la série par un boulon dont la tige aura pour longueur totale cinq fois le diamètre, et sera filetée sur une longueur égale à quatre fois le diamètre ; on continuera la série en augmentant la longueur par quantités égales à 3 diamètres, et en conservant la même longueur de filetage.

De telles séries permettraient d'obtenir une longueur quelconque utile, en tronçonnant au besoin la partie filetée; la longueur de la partie ainsi sacrifiée n'atteindrait jamais 3 diamètres.

Désignation du système. — La Société d'Encouragement propose le nom de *Système Français* pour désigner le système de filetage établi suivant les règles qui viennent d'être exposées; elle recommande, pour distinguer les vis fabriquées d'après ces règles, de les marquer des lettres S F, initiales de *Système Français*.

ANNEXE AUX RÈGLES POUR LA CONSTRUCTION DES VIS MÉCANIQUES

SÉRIE DES VIS HORLOGÈRES

Lorsque la construction des machines et des appareils exige des vis de diamètre inférieur à 6 millimètres, on peut les trouver dans la série horlogère, étudiée pa M. Thury, et adoptée en divers pays, sur la proposition de la Société des Arts de Genève.

Nous donnons le tableau de cette série :

PAS mm.	DIAM. EXTÉRIEUR mm.	NUMÉROS	PAS mm.	DIAM. EXTÉRIEUR mm.	NUMÉROS
0,072	0,25	25	0,28	1,3	12
0,080	0,29	24	0,31	1,5	11
0,089	0,33	23	0,35	1,7	10
0,098	0,37	22	0,39	1,9	9
0,11	0,42	21	0,43	2,2	8
0,12	0,48	20	0,48	2,5	7
0,14	0,54	19	0,53	2,8	6
0,15	0,62	18	0,59	3,2	5
0,17	0,70	17	0,66	3,6	4
0,19	0,79	16	0,73	4,1	3
0,21	0,90	15	0,81	4,7	2
0,23	1,0	14	0,9	5,3	1
0,25	1,2	13	1	6	0

Les numéros 0 à 15 sont les plus employés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette série, le pas p se déduit du numéro n, par la formule $p = (0,9)^n$ et le diamètre D se réduit du pas par la relation $D = 6\,p^{1,2}$. Les résultats sont arrondis en ne gardant que deux chiffres caractéristiques.

Le mode spécial de fabrication des petites vis horlogères, qu'on exécute avec la *filière forcée*, oblige à donner au filet des profils à grands arrondis, qui ont été indiqués par M. Thury. Mais pour les vis les plus grosses de la série, qui paraissent seules applicables dans la construction des machines, on peut conserver le profil normal des vis mécaniques.

JAUGE DÉCIMALE MÉTRIQUE

ÉTABLIE PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR LES FILS MÉTALLIQUES

Dans ce système, les *numéros* des fils expriment leurs diamètres en dixièmes de millimètres.

C'est ainsi que le fil n° 7 a pour diamètre $0^{mm},7$.

Le tableau des pages 318 et 319 donne approximativement les poids par mètre des fils de fer, de cuivre et de laiton de cette jauge, depuis le n° 1 jusqu'au n° 200, et, en regard, les numéros correspondants de la *Jauge de Paris*, de 1857, qui paraît la plus usitée en France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Jauge millimétrique. — POIDS D'UN MÈTRE DE DIVERS FILS MÉTALLIQUES (D'APRÈS GUETTIER) (1)

DIAMÈTRES EN DIXIÈMES de millimètre.	NUMÉROS JAUGE DE PARIS.	POIDS EN GRAMMES D'UN MÈTRE DE FIL DE FER.	CUIVRE.	LAITON.	DIAMÈTRES EN DIXIÈMES de millimètre.	NUMÉROS JAUGE DE PARIS.	POIDS EN GRAMMES D'UN MÈTRE DE FIL DE FER.	CUIVRE.	LAITON.
1	5 P	0,06	0,07	0,07	31	17	58,49	66,42	63,70
2	4 P	0,24	0,28	0,27	32	»	62,33	70,77	67,88
3	3 P	0,55	0,62	0,60	33	»	66,29	75,27	71,49
4	P P	0,97	1,11	1,06	34	18	70,36	79,90	76,63
5	P	1,52	1,73	1,66	35	»	74,56	84,67	81,20
6	1	2,19	2,49	2,39	36	»	78,89	89,57	86,61
7	2	2,98	3,39	3,25	37	»	83,33	94,62	91,45
8	3	3,90	4,42	4,24	38	»	87,89	99,80	96,42
9	4	4,93	5,60	5,37	39	19	92,58	105,12	101,52
10	5	6,09	6,91	6,63	40	»	97,39	110,58	106,06
11	6	7,37	8,36	8,02	41	»	102,32	116,18	111,43
12	7	8,77	9,95	9,55	42	»	107,37	121,92	116,93
13	8	10,29	11,68	11,20	43	»	112,55	127,79	122,57
14	9	11,93	13,55	12,99	44	20	117,84	138,81	128,33
15	10	13,70	15,55	14,91	45	»	123,26	139,86	134,23
16	11	15,58	17,69	16,90	46	»	128,80	146,25	140,26
17	»	17,59	19,97	19,16	47	»	134,46	152,68	146,43
18	12	19,72	22,39	21,48	48	»	140,24	158,24	152,73
19	»	21,97	24,95	23,93	49	21	146,15	164,95	159,16
20	13	24,35	27,65	26,52	50	»	152,17	172,79	165,72
21	»	26,84	30,48	29,23	51	»	158,32	179,77	172,41
22	14	29,46	33,45	32,08	52	»	164,39	186,89	179,24
23	»	32,20	36,55	35,07	53	»	170,98	194,14	186,20
24	15	35,06	39,81	38,18	54	22	177,49	201,54	193,29
25	»	38,04	43,20	41,43	55	»	184,13	209,07	200,52
26	»	41,15	46,72	44,81	56	»	190,88	216,74	207,88
27	16	44,37	50,38	48,32	57	»	197,76	224,55	215,36
28	»	47,72	54,19	51,97	58	»	204,76	232,50	223,99
29	»	51,19	58,13	55,75	59	23	211,88	242,69	230,75
30	17	54,78	62,20	59,66	60	»	219,13	248,81	238,64

(1) *Le Constructeur mécanicien*, p. 380. Paris (Bernard), 1888.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Jauge millimétrique. — POIDS D'UN MÈTRE DE DIVERS FILS MÉCANIQUES (D'APRÈS GUETTIER) (*suite*)

DIAMÈTRES EN DIXIÈMES de millimètre.	NUMÉROS JAUGE DE PARIS.	POIDS EN GRAMMES D'UN MÈTRE DE FIL DE FER.	CUIVRE.	LAITON.	DIAMÈTRES EN DIXIÈMES de millimètre.	NUMÉROS JAUGE DE PARIS.	POIDS EN GRAMMES D'UN MÈTRE DE FIL DE FER.	CUIVRE.	LAITON.
61	23	226,49	257,18	246,66	92	28	515,19	585,99	561,06
62	»	238,98	265,68	254,81	93	»	526,45	598,78	573,32
63	»	241,59	274,32	263,10	94	29	537,83	611,70	585,72
64	24	249,32	283,10	271,51	95	»	549,34	624,76	598,25
65	»	257,17	292,01	280,07	96	»	560,96	637,96	610,91
66	»	265,14	301,07	288,75	97	»	572,71	651,30	623,70
67	»	273,24	310,26	297,57	98	»	584,58	664,78	636,63
68	»	281,46	319,59	306,51	99	»	596,57	677,40	649,68
69	»	289,79	329,06	315,60	100	30	608,68	691,15	662,88
70	25	298,26	338,66	324,81	101	»	620,92	705,04	676,20
71	»	306,84	348,41	334,16	102	»	633,27	719,07	689,66
72	»	315,54	358,29	343,63	103	»	645,75	733,24	703,25
73	»	324,37	368,31	353,25	104	»	658,35	747,55	716,97
74	»	333,32	378,47	362,99	105	»	671,07	761,99	730,82
75	»	342,38	388,77	372,87	106	»	683,92	776,58	744,81
76	26	351,58	399,21	382,88	107	»	696,88	791,30	758,93
77	»	360,89	409,78	393,02	108	»	710,97	806,16	773,18
78	»	370,32	420,50	403,29	109	»	723,18	821,16	787,56
79	»	379,88	431,35	413,70	110	31	736,51	836,29	802,08
80	»	389,56	442,34	424,24	120	32	877	995	955
81	»	399,36	453,46	434,91	130	33	1,029	1,168	1,120
82	27	409,28	464,73	445,72	140	34	1,193	1,355	1,299
83	»	419,32	476,13	456,66	150	35	1,370	1,555	1,491
84	»	429,49	487,68	467,73	160	36	1,558	1,769	1,697
85	»	439,77	499,36	478,93	170	37	1,759	1,997	1,916
86	»	450,18	511,17	490,26	180	38	1,972	2,239	2,143
87	»	460,71	523,13	501,73	190	39	2,197	2,495	2,393
88	28	471,36	535,23	513,33	200	40	2,435	2,765	2,652
89	»	482,14	547,50	525,06					
90	»	493,03	559,83	536,93					
91	»	504,05	572,34	548,93	Densités moyennes. .		7,75	8,80	8,44

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE A LA JAUGE DÉCIMALE MÉTRIQUE

JAUGE DES CORDES A PIANOS

La jauge *décimale* satisfait aux besoins de la tréfilerie courante : elle remplacera utilement les anciennes jauges, en général purement arbitraires. Néanmoins, dans certaines industries particulières, des jauges établies en raison de l'utilisation spéciale des fils ont encore leur raison d'être. C'est ainsi qu'il en existe pour les cordes à pianos, dont les numéros ont été établis en fonction des diamètres qui déterminent les propriétés acoustiques de ces cordes.

Parmi ces jauges des cordes à pianos, nous signalerons particulièrement celle des usines de Firminy, établie par M. Lyon, ingénieur de la maison Pleyel et Wolff; nous en reproduisons ci-dessous le tableau, à titre de renseignement utile à connaître.

NUMÉRO DE LA JAUGE de cordes de pianos.	VALEUR CORRESPONDANTE en centièmes de mm.	NUMÉRO DE LA JAUGE de cordes de pianos.	VALEUR CORRESPONDANTE en centièmes de mm.
11	72	18 1/2	106
11 1/2	74	19	108
12	77	19 1/2	112
12 1/2	79	20	116
13	82	20 1/2	120
13 1/2	84	21	124
14	87	21 1/2	128
14 1/2	89	22	132
15	92	22 1/2	136
15 1/2	94	23	140
16	96	24	149
16 1/2	98	25	157
17	100 ou 1 mm.	26	166
17 1/2	102	27	175
18	104		

Les diamètres d des fils correspondant aux numéros et demi-numéros N de cette jauge sont donnés, en millièmes de millimètre, pour les numéros *inférieurs* à 19, par la formule :

$$d=(19-N+57)N,$$

et, pour les numéros *supérieurs* à 19, par la formule :

$$d=(N-19+57)N.$$

Signé : Ed. Sauvage, *rapporteur.*

Approuvé en séance du Bureau le 17 *mai* 1894.

Nous donnerons, en terminant, le texte des deux principales circulaires qui ont été adressées par la Société d'Encouragement, à l'occasion de ses projets d'unification :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LETTRE DU 1er JUILLET 1893, ACCOMPAGNANT LES DOCUMENTS RELATIFS AUX FILETAGES ET AUX JAUGES

MONSIEUR,

L'adoption d'un système unique de filetage, universellement admis pour les vis employées dans les machines et dans les constructions, est désirée depuis longtemps; mais, bien que de tels systèmes aient été souvent proposés, aucun jusqu'ici ne s'est largement répandu. Il serait difficile d'estimer exactement le prix du travail qui est perdu chaque année, dans notre pays, par suite de l'exécution d'outillages indéfiniment variés pour la fabrication des vis, et surtout en raison de l'irrégularité forcée des produits de cette fabrication. On peut toutefois assurer que ce prix se chiffrerait par millions.

Tandis que nous restons dans ce désordre, l'Angleterre et les États-Unis ont adopté depuis longtemps des systèmes uniformes de vis qui compensent en partie, pour leurs constructions, l'infériorité résultant de l'emploi des mesures non métriques.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale croit de sa mission d'appeler sur ce sujet l'attention la plus sérieuse de tous ceux qui s'occupent de l'étude des machines, ou qui emploient des vis en grand nombre, notamment des ingénieurs de l'État et des fonctionnaires des diverses administrations, des officiers chargés du service des manufactures, des associations techniques, des constructeurs de machines, d'appareils et de charpentes métalliques. C'est pour ce motif qu'elle vous adresse la proposition, qu'elle a mûrement préparée, d'un système uniforme pour les vis employées dans les machines et dans les constructions; elle fait appel à votre concours, Monsieur, et vous prie d'adresser à son Président les observations que vous suggérera la lecture du rapport qui vous est expédié en même temps que la présente lettre.

Vous trouverez dans le même document un projet semblable d'unification relatif aux jauges de tréfilerie.

Il serait désirable que vos observations pussent nous parvenir avant le 1er novembre prochain. La Société vous serait particulièrement reconnaissante, si vous adhérez en principe à ses propositions, comme elle l'espère, de vouloir bien l'en aviser sans attendre cette date.

La Société se propose de provoquer, avant la fin de l'année, une réunion aussi étendue que possible, une sorte de congrès, auquel seraient invités tous ceux qui s'intéressent à ces importantes questions. Ce congrès se trouverait alors en état de les discuter utilement et de fixer définitivement les systèmes de filetage et de jauges qui lui sembleront les meilleurs en vue de l'unification désirée. Elle pense que de cette réunion pourra sortir un accord de tous les inté-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ressés ; il suffirait ensuite de l'adhésion à ce système d'un nombre suffisant de constructeurs et de consommateurs pour les implanter définitivement dans notre pays, résultat auquel nous devons pour le moment borner nos vues.

La Société espère, Monsieur, que vous voudrez bien lui prêter l'aide de vos lumières et de votre expérience, pour mener à bien cette œuvre importante.

Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de ma haute considération.

Le Président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale,
E. TISSERAND.

LETTRE DE CONVOCATION A LA RÉUNION DU 10 MAI 1894

Paris, le 20 mars 1894.

MONSIEUR,

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale vous a adressé, le 1er juillet dernier, des documents relatifs à l'unification des filetages et des jauges de tréfilerie, en vous priant de lui faire connaître les observations que pourrait vous suggérer la lecture de ces documents, et en appelant votre attention sur l'intérêt de l'unification.

Les nombreuses réponses que la Société a reçues, à la suite de cet envoi, prouvent que les grandes administrations, les ingénieurs, les industriels ne sont pas restés indifférents à son appel; aussi est-elle en mesure de réunir les intéressés, ainsi qu'elle l'avait projeté, afin de formuler des propositions définitives, à la suite de cette réunion.

En étudiant les observations qui lui ont été adressées, la Société a été conduite à des modifications légères, sur quelques points, de ses propositions primitives, modifications qui n'en altèrent pas les lignes principales, mais qui paraissent répondre le mieux possible aux courants d'opinions que la Société a constatés.

Ces nouvelles propositions vous seront prochainement envoyées ; elles sont divisées de façon à se prêter facilement à la discussion et à permettre de recueillir sur chacune d'elles l'opinion des intéressés. A la suite de cette discussion, la Société arrêtera définitivement ses projets de nouveaux types uniformes.

La réunion projetée aura lieu dans l'hôtel de la Société d'Encouragement (44, rue de Rennes), le jeudi 10 mai prochain, à 2 heures, et, s'il est nécessaire, les jours suivants. Nous vous prions instamment d'y assister ou de vous y faire représenter.

Nous sommes en droit d'espérer, d'après les réponses qui nous sont parve-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nues, que le concours empressé des nombreux partisans de la réforme des filetages et des jauges nous est acquis ; nous croyons que tous partagent l'opinion que nous exprimions dans notre premier rapport, en disant que l'important n'est pas l'adoption de tel ou tel système, mais le choix d'un système bien étudié. Nous adressons donc un pressant appel à tous ceux qui ont prouvé par leurs réponses l'importance qu'avait pour eux la question : il importe que tous se rallient à des systèmes uniques de filetages et de jauges. Nous sommes convaincus que cet accord est facile, et que personne ne sacrifiera l'objet réel de ces études, qui est l'unité, au désir de faire adopter tel ou tel détail d'un système, détail peu important, quel qu'il soit, à côté du grand principe de l'uniformité.

Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de ma haute considération.

Le Président de la Société d'Encouragement
pour l'Industrie nationale,
E. TISSERAND.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. J. HIRSCH, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le* DYNAMOMÈTRE HYDROSTATIQUE DE M. J. DIGEON.

Le bon fonctionnement et la marche régulière des locomotives, ainsi que la conservation des voies, dépendent en grande partie de l'exacte répartition des charges exercées sur la voie par les différentes roues sur lesquelles repose la machine. Dans les dépôts de locomotives, cette répartition est opérée à l'aide d'un appareil, appelé pont à bascule, et composé d'un nombre de plateaux égal à celui des roues de la machine à régler; à chaque plateau correspond une romaine avec fléau et contrepoids mobile. L'opération est facile à concevoir; mais elle est fort longue et pénible à exécuter; chaque fois que l'on touche, soit à l'un des contrepoids, soit à l'un des écrous des ressorts de suspension, l'équilibre se trouve modifié à la fois dans toutes les bascules; ce n'est que par de longs tâtonnements qu'on arrive à obtenir la répartition désirée.

Ces opérations pénibles seraient grandement simplifiées si la charge pesant sur chacun des tronçons du pont-bascule était fournie par une simple lecture; tel est le problème que s'est posé M. Digeon, et pour lequel il a imaginé une solution aussi simple que pratique.

L'équilibration de chaque romaine est donnée, non plus par un contrepoids mobile, mais par un contrepoids fixe suspendu à l'extrémité du fléau,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et plongeant plus ou moins dans un liquide fixe et incongelable, renfermé dans une cuvette. Le contrepoids et la cuvette étant cylindriques, la poussée varie proportionnellement aux déplacements du fléau; ces déplacements

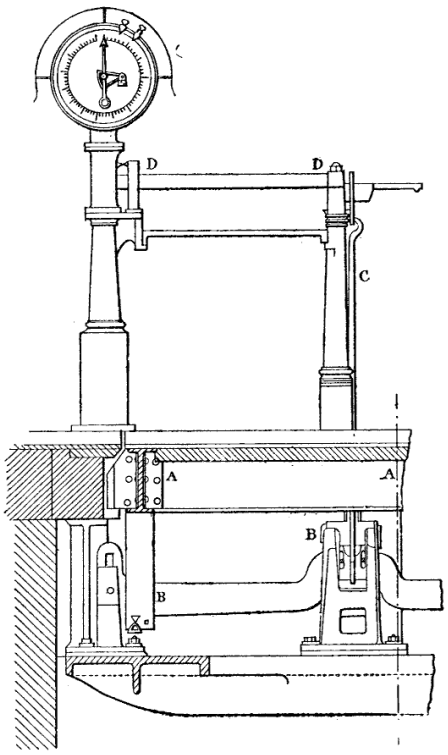


Fig. 1. — Élévation latérale du dynamomètre hydrostatique.

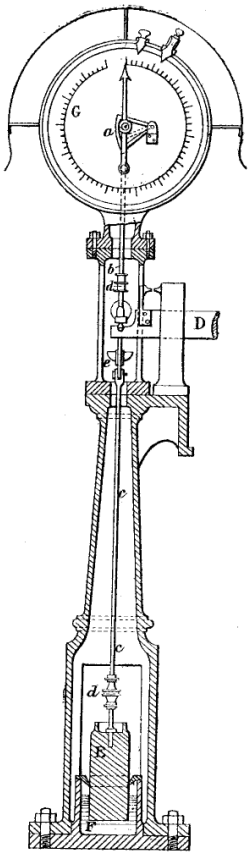


Fig. 2. — Détail de l'appareil hydrostatique.

sont traduits sur un cadran, dont les divisions donnent immédiatement la charge de la bascule.

Cet appareil fort simple a été appliqué par la compagnie des chemins de fer de l'Ouest. Il a introduit, dans les opérations en question, une simplification et une rapidité dépassant toute attente.

M. l'ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Cie de l'Ouest

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

apprécie comme il suit les services qu'a rendus M. Digeon dans l'établissement de cet appareil :

« Un avant-projet a été communiqué à M. Digeon, en lui indiquant qu'il serait intéressant de rechercher un appareil donnant à tout instant du réglage, et d'une manière permanente, l'importance et les variations des charges. M. Digeon nous a construit, par l'emploi d'un dispositif tout à fait nouveau et dont il a eu toute l'invention (Dynamomètre hydrostatique), un appareil d'un usage très pratique, répondant au programme ci-dessus et donnant, d'une manière continue, au régleur l'indication de la charge sur chacun des ponts de la bascule. Après avoir constaté le bon fonctionnement de deux de ces appareils sur un double pont d'une de nos bascules à machines, nous allons en munir les quatre doubles ponts de cette bascule, et, à coup sûr, nous aurons ainsi un moyen beaucoup plus rapide et économique de faire l'opération délicate du réglage. »

Il semble qu'un appareil de cette nature soit susceptible de rendre des services dans d'autres cas encore que celui où il a été appliqué.

Le Comité des Arts mécaniques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Digeon de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* avec une légende et figures dans le texte.

Signé : J. Hirsch, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 13 *avril* 1894.

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT LE DYNAMOMÈTRE HYDROSTATIQUE

AA, Pont portant les rails.
BB, Leviers de bascule.
C, Tirant.
DD, Fléau de la romaine.
E, Contrepoids fixe en fer, à immersion variable.
F, Cuvette à mercure.
G, Cadran.
a, Râteau avec ressort de rappel de l'aiguille indicatrice;
bb, Tige maintenue par ce ressort en contact avec la chape du contrepoids;
cc, Tige du contrepoids, suspendue au fléau par une chape;
dd, Vis de réglage;
e, Coupe de tarage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. GUSTAVE RICHARD, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le* FOYER FUMIVORE DE M. DULAC.

Aucun problème n'a préoccupé les ingénieurs et les hygiénistes plus vivement que celui de la fumivorité. Il a été l'objet d'innombrables recherches, dont l'énumération tiendrait presque un volume, et, dans presque tous les pays, de nombreux décrets, qui n'ont, en fait, abouti à rien de pratique, bien que la suppression des fumées soit, pour l'hygiène et la propreté des grandes villes, d'une extrême importance. Presque toutes les solutions proposées sont, en effet, soit défectueuses en principe — principalement celle qui, fidèles à l'étymologie du mot fumivorité, cherchent à brûler la fumée une fois produite (1) — soit trop compliquées, trop coûteuses, trop spécialisées à tel ou tel type de chaudière, ou enfin, ce qui n'est pas le moins du monde paradoxal, trop prodigues de combustible.

Malgré les échecs de ses innombrables prédécesseurs, un ingénieur spécialiste, dont les travaux sont bien connus de notre Société, M. Dulac, n'a pas hésité à s'attaquer à ce difficile problème de la fumivorité; et, sans prétendre qu'il l'ait, ce qui est peut-être impossible, complètement résolu, on peut, néanmoins, affirmer qu'il a fait faire à sa solution un véritable progrès.

Le principe même du foyer de M. Dulac n'est pas nouveau : c'est, dans son ensemble, un foyer à grille à gradins inclinée, dans lequel la combustion s'opère, théoriquement, en deux temps : 1° combustion des gaz distillés de la houille pendant la première partie de sa descente sur la grille; 2° combustion, au bas du foyer, du coke ainsi produit sur le haut, et jusque vers le milieu de la grille. En réalité, les phénomènes ne se produisent d'une façon aussi nettement tranchée qu'aux régions extrêmes de la grille, séparées par une zone intermédiaire variable avec la nature du combustible, la disposition particulière du foyer et l'allure du feu; et l'une des conditions de bon rendement de ce genre de foyer est, précisément, que sa chambre de combustion soit assez vaste pour brasser énergiquement les gaz avec l'air comburant,

(1) Il vaut mieux, dans ce cas, se résigner à *laver* les fumées. Exemples d'Anthonay (*Génie Civil*, 7 oct. 1893, p. 365), Elliott (*Engineering*, 8 déc. 1893, p. 708), Lebègue (*Revue industrielle*, 18 mars 1893, p. 102).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et assez chaude pour en assurer la combustion par la constitution d'une sorte de volant ou réservoir de chaleur, régularisant l'allure du foyer, malgré les variations inévitables de cette zone intermédiaire. Le difficile est de concilier cette haute température du foyer avec la conservation de la propreté de la grille, qui ne doit pas s'encrasser par le collage des mâchefers, et la durée de ses barreaux, qui ne doivent ni se déformer, ni se brûler. On a proposé, pour éviter l'encrassage, un grand nombre de moyens, principalement les grilles à barreaux mobiles, dites *grilles à secousses;* mais ces barreaux articulés ne fonctionnent pas toujours convenablement, même sur les grilles plates ou faiblement inclinées, où leur action intermittente, en général trop lente ou trop brusque, occasionne des irrégularités assez graves dans l'allure du foyer et ce décrassage n'empêche pas la grille de se brûler. La seule solution pratique, indiquée depuis longtemps, et tentée bien des fois sans succès, consiste à maintenir la grille, malgré la chaleur du foyer, à une température suffisamment basse pour en empêcher l'encrassage et la dégradation par les scories fondues ou pâteuses du feu. Ce principe admis, comme l'on ne peut guère espérer — sauf en des cas tout à fait particuliers — pouvoir rafraîchir suffisamment une grille inclinée un peu active autrement que par une circulation d'eau, on voit que le problème se ramène, en grande partie, à la construction d'une grille à circulation d'eau inclinée et véritablement pratique. Pour cela, il faut que ces barreaux à circulation d'eau soient facilement accessibles, nettoyables à leur intérieur, qui tend à s'incruster, et durables, bien que présen-

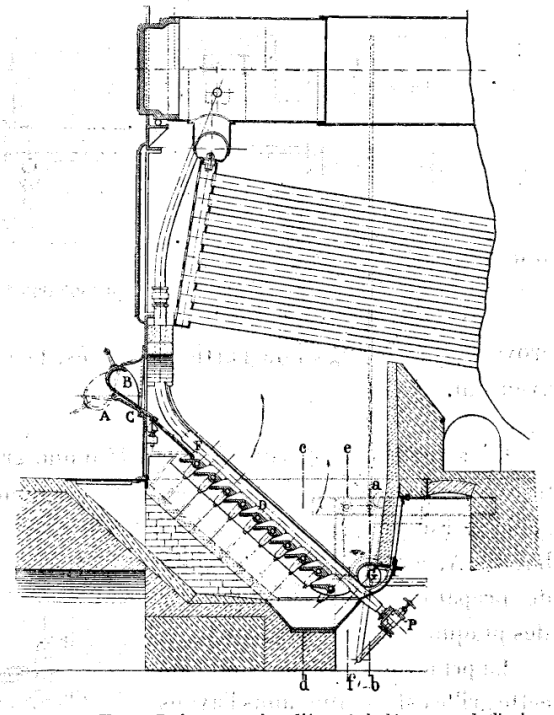


Fig. 1. — Foyer *Dulac* pour chaudières *tubulées*, type de l'usine municipale du service des eaux à Bercy.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tant, ce qui exige l'emploi de la fonte moulée, la forme nécessaire pour retenir convenablement le talus de charbon en combustion graduelle et méthodique sur la grille. M. Dulac a su trouver, de ce problème difficile, une solution élégante et hardie, qui lui a, selon toute apparence, assuré,

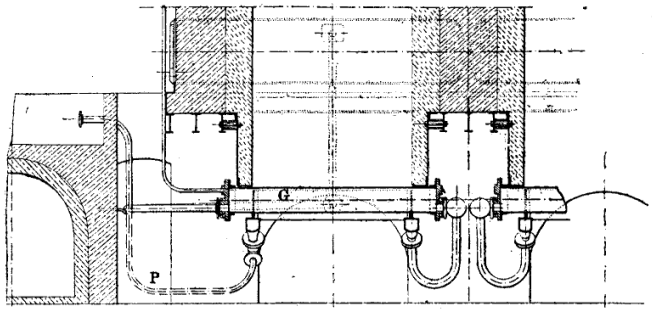


Fig. 2. — Coupe *a,b* (fig. 1).

croyons-nous, en grande partie, le succès, là où tant d'autres ont échoué avant lui.

Le foyer Dulac se compose (fig. 1) d'une grande chambre de combustion en tôle garnie de briques réfractaires, dont le fond est fermé par une grille inclinée D, à gradins, étagés. Cette grille, chargée par une trémie B, à bascule A, est précédée d'une table de préparation C, constituée par des plaques de fonte pleines.

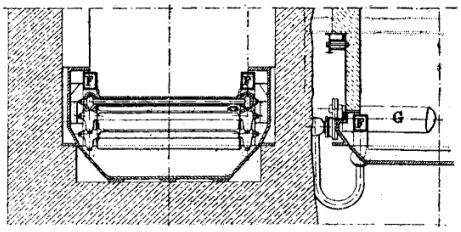


Fig. 3. — Coupes *cd*, *ef* (fig. 1).

La principale caractéristique de cette grille est, comme nous l'avons dit, que ses barreaux sont creux, et parcourus par une circulation d'eau partant d'un cylindre-autel en tôle G, relié d'une part à la chaudière, et, par son autre extrémité, à l'un des deux collecteurs latéraux F, qui constituent l'encadrement de la grille, et dans lequel débouche l'une des extrémités des barreaux. L'autre extrémité de ces barreaux débouche dans un deuxième collecteur identique, parallèle au premier, dont l'extrémité supérieure est reliée à la chaudière. La circulation s'opère donc de la chaudière à a chaudière, par G, les collecteurs et les barreaux, comme dans un thermo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

siphon. Des petits tuyaux relient le haut des collecteurs et du tube G à la chaudière, de manière à permettre le dégagement de la vapeur qui pourrait s'y former. Enfin, un tuyau de purge H, permet d'évacuer les dépôts de G.

Les deux principales difficultés à vaincre étaient la constitution des barreaux de grille et, surtout, celle de leurs joints avec les collecteurs.

Les barreaux sont constitués par des tubes en acier doux, noyés dans la barre de fonte en fusion, qui constitue le gradin proprement dit, auquel on peut aussi donner la forme la plus convenable. La fonte est parfaitement

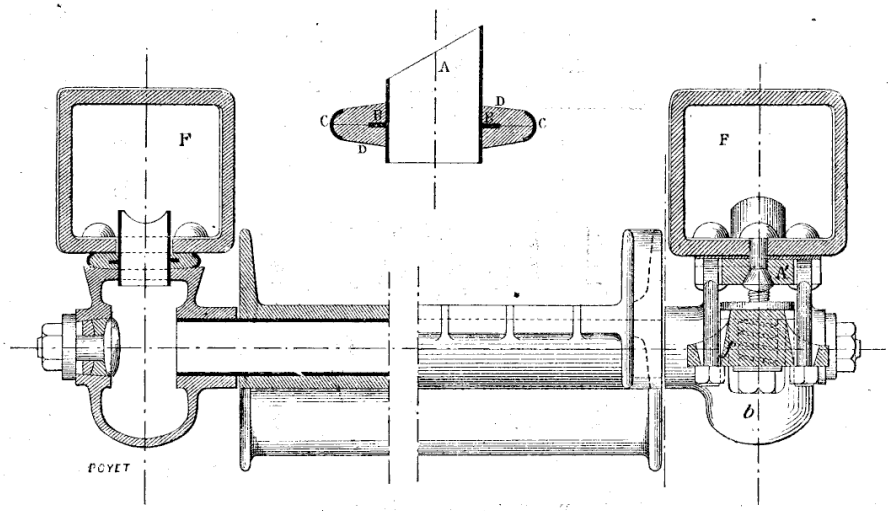


Fig. 4, 5 et 6. — Détail d'un barreau de grille et d'un joint. Coupes AB et CD (fig. 6), et coupe longitudinale *xx*.

soudée au tube, et assez mince pour lui assurer, par la circulation automatique de l'eau, un refroidissement suffisant. Ainsi que l'indique la figure 4 les extrémités du tube d'acier sont, à chaque bout du barreau, découvertes, et serties ou mandrinées dans des boîtes de raccordement en acier fondu.

Les joints qui réunissent ces boîtes aux collecteurs sont constitués (fig. 4) par un tube métallique A, mandriné dans la boîte, qui pénètre librement dans le collecteur, et qui porte une garniture extérieure formée d'une bague en fer B, fixée au tube, et de deux rondelles en caoutchouc

(1) D'après M. Dulac, de ces tubes, à demi remplis d'eau, sont restés pendant 15 fois 24 heures plongés en plein feu sous une pression de 6 à 10 kilogrammes par centimètre carré. Les parties non rafraîchies par l'eau ont rougi, des boursouflures se sont produites, le feu a diminué l'épaisseur du métal, mais les tubes ne sont pas déchirés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

feutré, D D, assemblées par une frette en acier C. Le serrage de ces rondelles sur les collecteurs s'opère au moyen de boulons *b b* (fig. 7) à ressorts *r*, qui lui donnent une grande élasticité et un serrage uniforme, appliquant avec une pression continue, indépendante des chocs et des vibrations, la matière plastique des rondelles qui, retenue, consolidée et protégée par la frette C et la rondelle B, se moule sur toutes les aspérités des collecteurs, et constitue un joint facile à remplacer, parfaitement étanche et durable. C'est une solution fort ingénieuse d'un problème très difficile. Enfin, on a disposé

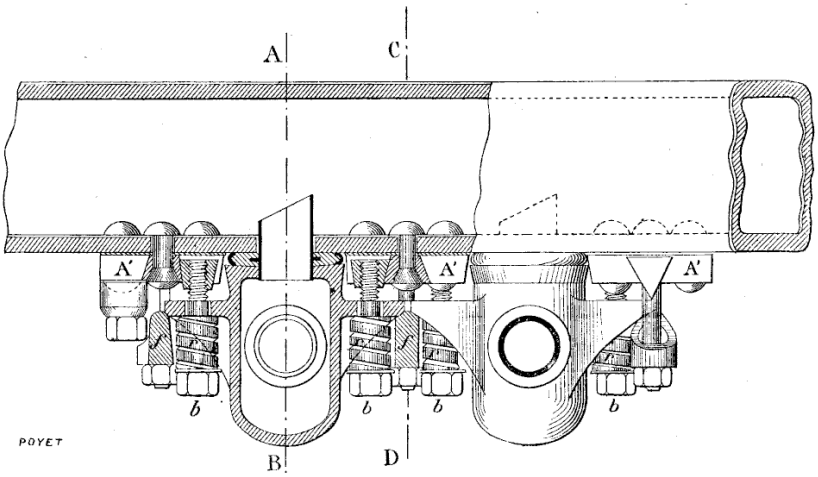


Fig. 7. — Coupe longitudinale.

sous les collecteurs des barrettes de garde *f*, destinées à retenir les barreaux en cas de rupture d'un boulon.

Ainsi qu'on le voit, sur la figure 5, les barreaux sont pourvus, à chaque extrémité, d'un bouchon autoclave, qui permet d'en enlever les incrustations principales les plus dures en y passant un grattoir. Quant aux collecteurs, accessibles par les orifices correspondants aux gradins, l'expérience a démontré qu'ils ne s'incrustent que fort peu. Enfin, le cylindre G se termine, au dehors du foyer, par deux fonds à brides, qu'il suffit de démonter pour détacher le cylindre et le désincruster à loisir.

Il ne suffit pas, pour le succès d'un appareil fumivore, qu'il puisse éviter la fumée, il faut, en outre, que sa conduite soit plus simple que celle d'un foyer ordinaire qui peut, avec un bon chauffeur, être parfaitement fu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mivore, dans l'immense majorité des cas. M. Dulac n'a pas oublié cette condition, et la conduite de son foyer est, en réalité, fort simple, voici comment elle s'effectue.

Ce service comporte : l'allumage, le chargement du combustible, le tisonnage, le décrassage de la grille, l'arrêt de la combustion.

Allumage. — Le fond du cendrier étant préalablement rempli de scories jusqu'à hauteur du gradin de décrassage inférieur, on place sur ces scories du menu bois que l'on enflamme en projetant au fond du foyer un chiffon gras bien allumé. On charge sur le bois de la houille concassée, exempte de poussier, jusqu'à ce que la grille soit recouverte d'une couche de 12 centimètres d'épaisseur; le feu se propage rapidement : en quelques minutes, toute la surface de la grille est en ignition. On peut alors charger la houille tout venant sur les plaques d'avant ou de préparation, sans cependant recouvrir l'ouverture ménagée pour l'admission de l'air secondaire.

Chargement. — Selon que la houille s'agglutine plus ou moins, l'ouvrier projette avec plus ou moins de vigueur les charges nouvelles, de façon à maintenir une couche de combustible égale qui ne doit pas dépasser l'épaisseur des collecteurs FF. Il convient d'attendre que la charge précédente se soit écoulée sur les plaques pour introduire une charge nouvelle.

Quand la houille se ramollit au feu et forme un conglomeré compact sur les plaques de préparation C, l'ouvrier introduit par l'un des regards, *m*, un crochet léger à l'aide duquel il morcelle la houille coagulée et prépare sa descente. Une charge nouvelle de houille crue tasse la masse en ignition, et prend la place de la charge précédente.

Parfois la houille colle tellement au feu qu'il est nécessaire de prolonger l'étendue de la surface et la durée de la préparation. Dans ce but, le chargeur est renversé, rempli de houille, et l'air secondaire passe par l'ouverture ménagée entre l'orifice du gueulard et l'extérieur du chargeur. La houille crue recouvre alors non seulement les plaques de préparation C, mais encore la partie inférieure du gueulard. Dans ce cas on relève la partie supérieure des plaques pour les mettre en contact avec la saillie du gueulard.

Conduite du feu. — Avec ce foyer, on peut faire varier dans de larges limites l'activité de la combustion sans altérer notablement le rendement. On peut augmenter ou réduire l'épaisseur de la couche en ignition et faire varier l'ouverture du registre; on peut en outre laisser s'accumuler le poussier de houille entre les gradins supérieurs et les cendres fondues entre les gradins inférieurs; on peut repousser les scories dans le feu, enlever à la pelle le poussier de houille accumulé entre les gradins supérieurs, ou combiner ces divers moyens de façon à grandir ou diminuer la surface active de la grille sans travail pénible et sans ouvrir la porte du foyer.

Tisonnage. — La seule préoccupation du chauffeur consiste à assurer la descente du combustible de façon à combler les vides et à faire varier l'allure du foyer d'après les indications du manomètre. Toute trituration de la masse en ignition est rigoureusement supprimée, elle s'opère automatiquement; si le tisonnage est parfois nécessaire, il se fait par le cendrier.

Décrassage du foyer. — Les cendres descendent avec le combustible, se fondent et se déposent sur les gradins inférieurs en masses incandescentes et molles qui durcissent au contact des organes refroidis de la grille. L'ouvrier dégage les gradins en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

repoussant ces scories dans le feu; elles s'accumulent finalement dans l'espace compris entre le gradin inférieur et le cylindre G.

Quand cet espace est rempli, l'ouvrier prépare, à l'aide du crochet, un vide sou le gradin inférieur. La cendre fondue soutient temporairement le combustible en ignition; à l'aide d'un pique-feu recourbé, l'ouvrier brise alors la masse de mâchefer et l'oblige à descendre dans le vide sous-jacent. Un léger tisonnage fait glisser la houille sur la grille; une charge nouvelle recouvre les plaques de préparation.

Quant aux scories extraites, elles sont remontées à l'aide d'une raclette concave; les gros mâchefers sont seuls évacués : le menu coke, les escarbilles, les menus morceaux de mâchefer, sont mêlés à la houille. La perte par le cendrier est ainsi limitée aux matières incombustibles. L'opération du décrassage, ordinairement si pénible, est singulièrement facilitée par le durcissement des mâchefers et l'absence de toute adhérence après les organes de la grille. Il convient de remarquer que la forme de

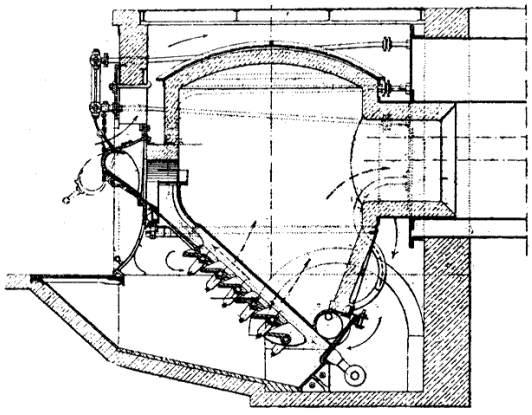


Fig. 8. — Foyer *Dulac*. Application d'une chaudière à un foyer intérieur.

l'autel G et la position qu'il occupe en face du gradin de décrassage facilite l'opération en offrant une dépouille très accusée.

Arrêt. — Le brusque arrêt de la combustion s'opère en renversant complètement le chargeur, de façon à découvrir toute la largeur de la grille, puis en refoulant le combustible, à l'aide de la raclette sur l'autel G. La combustion cesse, mais l'ignition du combustible se conserve pendant plusieurs heures; il suffit, pour remettre le foyer en service, de remonter le combustible sur la grille à l'aide de la raclette concave, et de recharger la partie supérieure de cette grille avec de la houille concassée exempte de poussier. Quand l'allumage est complet, les charges de houille tout venant sont à nouveau employées.

Enfin, pour être réellement pratique, un système de foyer doit pouvoir facilement s'adapter aux différents types de chaudières en usage dans l'industrie. Les figures 8 et 9 qui en représentent les applications à une chaudière à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

foyer extérieur et à une chaudière à foyer intérieur montrent, qu'en principe, le foyer Dulac peut facilement s'adapter, par des modifications très simples, aux cas les plus divers, même à celui des chaudières locomotives, où il n'a pas encore reçu d'applications, et où son utilité ne paraît pas d'ailleurs aussi évidente que pour les chaudières fixes.

Il nous reste à examiner la question d'économie : prix d'établissement, durée, dépense de combustible. Ce sont là des données essentiellement variables, suivant la nature et l'importance de l'installation, la qualité des

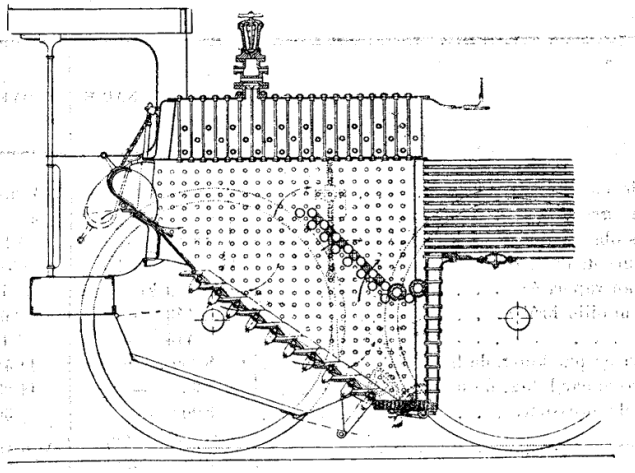


Fig. 9. — Foyer *Dulac*. Application d'une chaudière de locomotions.

combustibles, de sorte que l'on ne saurait formuler de conclusions générales à cet égard qu'à la suite du fonctionnement suffisamment prolongé de nombreuses installations très diverses. Or, les installations du système Dulac ne sont encore, en raison de sa date récente, que peu nombreuses; nous devons donc nous borner à signaler ici les résultats principaux d'une de ces installations, celle de quatre foyers qui en a été faite, en 1892, à l'usine municipale du service des eaux, à Bercy, installation qui a été l'objet d'expériences très intéressantes de la part des ingénieurs de l'administration.

Le contrat passé avec le Préfet de la Seine pour les foyers à installer à l'Usine élévatoire municipale de Bercy garantissait à la Ville de Paris une économie de combustible de 5 p. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'était pas question d'accroissement de puissance, mais la fumée opaque devait être réduite dans la proportion de 70 p. 100. Des expériences comparatives furent faites contradictoirement, dans cette usine, aux dates des 27 et 29 mars 1893. Les foyers furent conduits par les chauffeurs de l'usine, la houille et les cendres furent pesées, et l'on totalisa le nombre de tours des machines motrices et leur travail en eau montée.

Chaque expérience dura 12 heures consécutives, le travail des moteurs en eau montée complétant les observations des expérimentateurs chargés de la surveillance des générateurs en expérience.

M. Couronne, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de l'usine, représentait la Ville de Paris; M. Meker, inspecteur des machines du service municipal, contrôlait les opérations.

Le tableau ci-dessous en donne le résumé :

	FOYER ORDINAIRE.	FOYER DULAC.
Surface de chauffe	200 mètres carrés.	204 mètres carrés.
Surface de grille	4 — —	4 — —
Durée des observations	12 heures.	12 heures.
Température de l'eau alimentaire	95° centigrades.	95° centig.
Poids d'eau vaporisée	37 113 kilog.	42 420 kilog.
Poids de houille brûlée	4 143 —	3 695 —
Résidus	414 —	116 —
Eau vaporisée par kilog. de houille brute	8 960 gram.	11 480 gram.
Eau vaporisée par kilog. de houille pure	9 950 —	11 850 —
Variation de pression	3 000 —	500 —
Marche des chaudières	2 arrêts pour décrassage.	Non interrompue
Nombre de tours total des moteurs	29 956 tours.	32 205 tours
Mètres cubes d'eau montée	11 912 mètres cubes.	12 882 mètres cubes
Hauteur de la colonne d'eau	58 mètres.	62 mètres
Kilogrammètres développés	693 900 000 kilog.	796 236 000 kil.
Consommation de houille par cheval et par heure	1 610 gram.	1 250 gram.
Consommation de vapeur par cheval et par heure	14 440 gram.	14 380 gram.
Date de mise en service		16 déc. 1892

De ces expériences il résulte que :

L'économie de houille a été de 23 p. 100 et l'accroissement de puissance de 11 p. 100.

Quant à la fumée, elle disparaît complètement quand la houille employée ne se coagule pas au feu.

Pour donner satisfaction à l'Administration municipale, on dressa le graphique comparé des panaches de fumée dégagée dans chaque cas par la cheminée.

Les temps furent portés en abscisses, les volumes du panache en ordonnées, et les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

expérimentateurs convinrent d'employer des teintes plus ou moins accusées pour caractériser l'opacité de la fumée. Chacun d'eux traçait séparément la courbe du panache ; les parties se mettaient sans délai d'accord sur leurs appréciations respectives aussitôt que cessait l'émission de fumée.

Les graphiques ci-dessous (fig. 10 et 11) n'ont pas une rigueur scientifique, mais ils représentent l'impression subie par deux expérimentateurs désintéressés et attentifs.

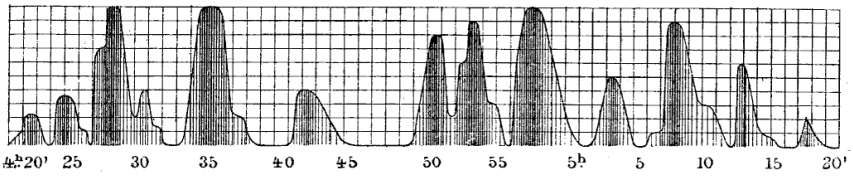


Fig. 10. — Foyer à grille ordinaire.

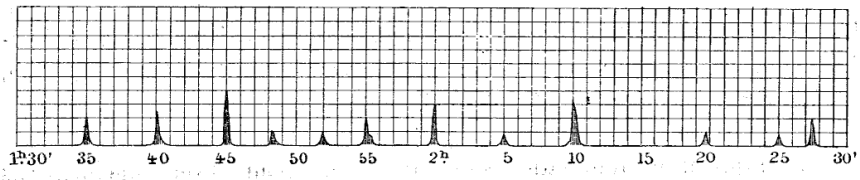
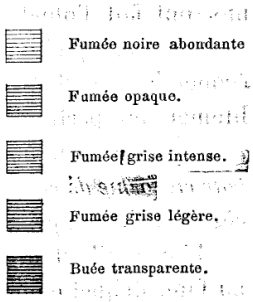


Fig. 11. — Foyer Dulac.



En résumé, d'après ces expériences, le foyer Dulac aurait, dans des conditions parfaitement comparables, dépensé, par cheval heure effectif en eau montée, 1k.250 de charbon au lieu de 1k.610, c'est une économie de 0 k.360, ou de 45 k. par heure et par machine de 125 chevaux chacune, soit d'environ une tonne, ou de 25 francs par 24 heures, de sorte que l'on peut espérer réaliser ainsi, par machine et par année de 300 jours, une économie de charbon d'environ 8000 francs, bien suffisante pour rémunérer l'intérêt et l'amortissement du prix d'établissement de l'appareil — environ 3500 francs par foyer — et les frais d'entretiens spéciaux du système. Nous avons, en effet, constaté que, jusqu'à présent, les dépenses d'entretien des foyers Dulac installés à l'usine de Bercy ne sont guère supérieures à celles des foyers ordinaires, qu'ils ont avantageusement remplacés.

En conséquence, votre Comité des Arts mécaniques est d'avis que le foyer de M. Dulac constitue un appareil des plus intéressants, remarquable

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par son ensemble rationnel et l'ingéniosité de ses détails de construction, réalisant un progrès notable dans l'importante question du chauffage économique et fumivore des chaudières à vapeur; il vous propose de remercier l'inventeur de sa communication, et d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec les dessins qui l'accompagnent.

Signé : G. RICHARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 11 *mai* 1894.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. BIVER, *au nom du Comité des Arts chimiques, sur un* NOUVEL ÉLÉVATEUR DE LIQUIDE PAR L'AIR COMPRIMÉ *présenté par* M. PAUL KESTNER, *ingénieur chimiste à Lille.*

Divers appareils automatiques ont été inventés pour élever les acides dans les fabriques de produits chimiques au moyen de l'air comprimé; quelques-uns ont fait l'objet de rapports à la Société d'Encouragement. M. Paul Kestner a imaginé une disposition nouvelle, qui fonctionne d'une manière économique, et donne un rendement presque théorique en diminuant notablement les pertes d'air.

Le principe du nouvel élévateur Kestner consiste dans l'emploi d'un *flotteur en forme de cloche,* muni à l'intérieur d'une soupape qui commande l'accès de l'air comprimé.

L'appareil est formé d'un vase en fonte d'une capacité d'environ 50 litres, au fond duquel plonge un tuyau qui se bifurque à l'extérieur. Une des branches du tuyau, munie d'un clapet d'arrêt, amène le liquide à élever; l'autre branche sert de tuyau d'ascension. A l'intérieur du vase est suspendu, au couvercle, le flotteur creux sous lequel se dresse et débouche le tube d'air comprimé; et verticalement au-dessus du sommet du flotteur se trouve l'ouverture du tube d'échappement à l'air libre.

Deux petites soupapes, placées en sens inverse au sommet du flotteur, ouvrent et ferment alternativement l'ouverture du tube d'air comprimé et celle du tube d'échappement.

L'appareil fonctionne de la manière suivante : lorsque l'élévateur est vide,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le flotteur est abaissé et ferme la soupape qui donne accès à l'air comprimé. Le liquide du réservoir d'alimentation peut alors soulever le clapet de la branche d'amenée du tuyau, et affluer dans le vase. Dès que celui-ci est plein le flotteur monte et ferme la soupape du tube d'échappement en même temps qu'il ouvre celle du tube d'air comprimé. La pression qui s'exerce alors su

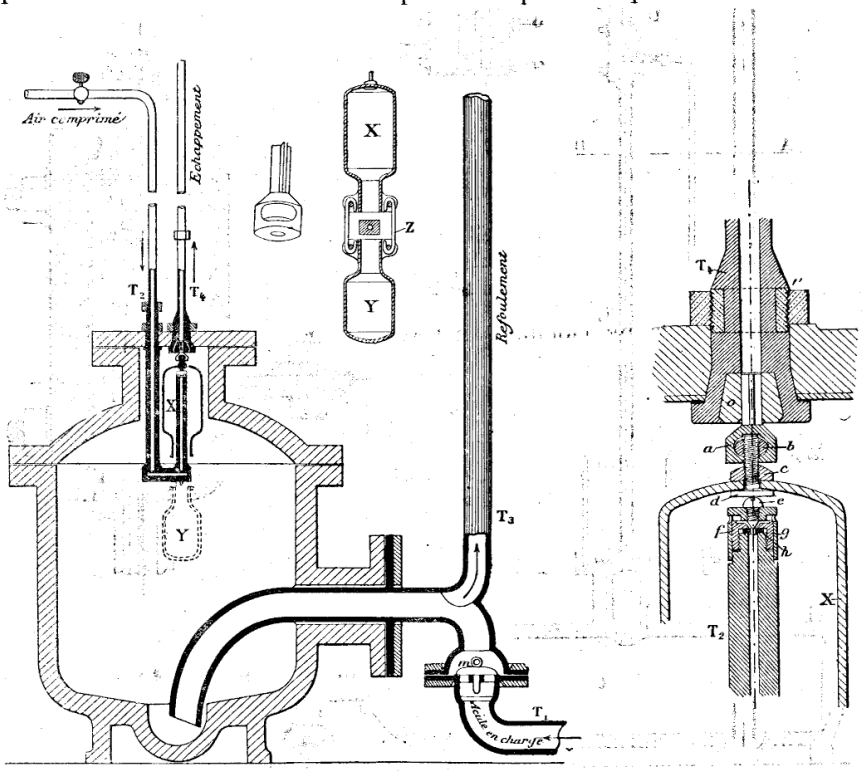


Fig. 1. — Monte-Acide n° I. — Acide sulfurique.

le liquide fait fermer le clapet du tuyau d'alimentation, et produit l'ascension du liquide dans l'autre branche du tuyau jusqu'au moment où le niveau, en baissant, en découvre l'entrée. Aussitôt la pression tombe, le flotteur s'abaisse et la manœuvre recommence automatiquement.

M. Paul Kestner fait construire divers types d'élévateurs pouvant servir pour l'acide sulfurique ou pour l'acide muriatique; pour ce dernier emploi, les parois du vase en fonte sont garnis de caoutchouc durci.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans une disposition toute nouvelle, le mouvement a été renfermé dans une boîte placée à une hauteur supérieure à celle de l'acide dans le réservoir d'alimentation. Cette boîte renfermant les soupapes est facile à ouvrir,

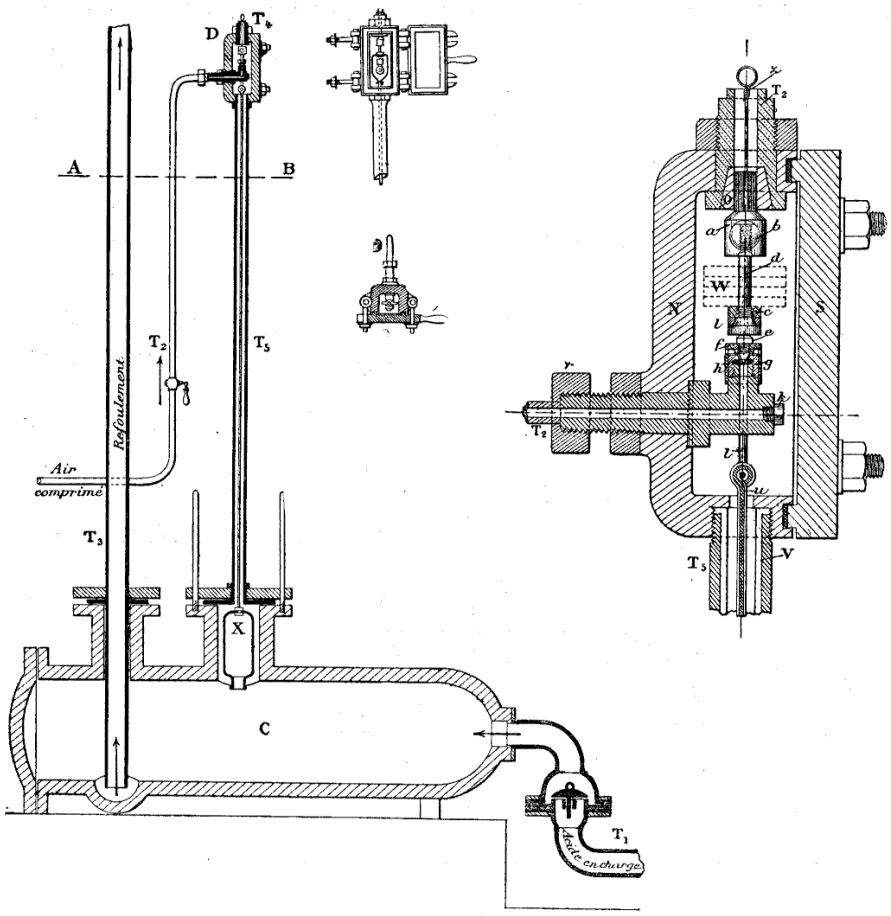


Fig. 2. — Monte-Acide nº II. — Acide sulfurique.

et toutes les pièces peuvent être démontées et remplacées en un instant. Le jeu est visible à l'extérieur, par un fil métallique relié à la soupape d'échappement, ce qui permet le contrôle sans rien ouvrir. Le seul organe qui reste à l'intérieur de l'appareil est le flotteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les dessins et la légende explicative qui les accompagne montrent tous les détails de ces ingénieux appareils.

Votre Comité des Arts chimiques vous propose de remercier M. Kestner

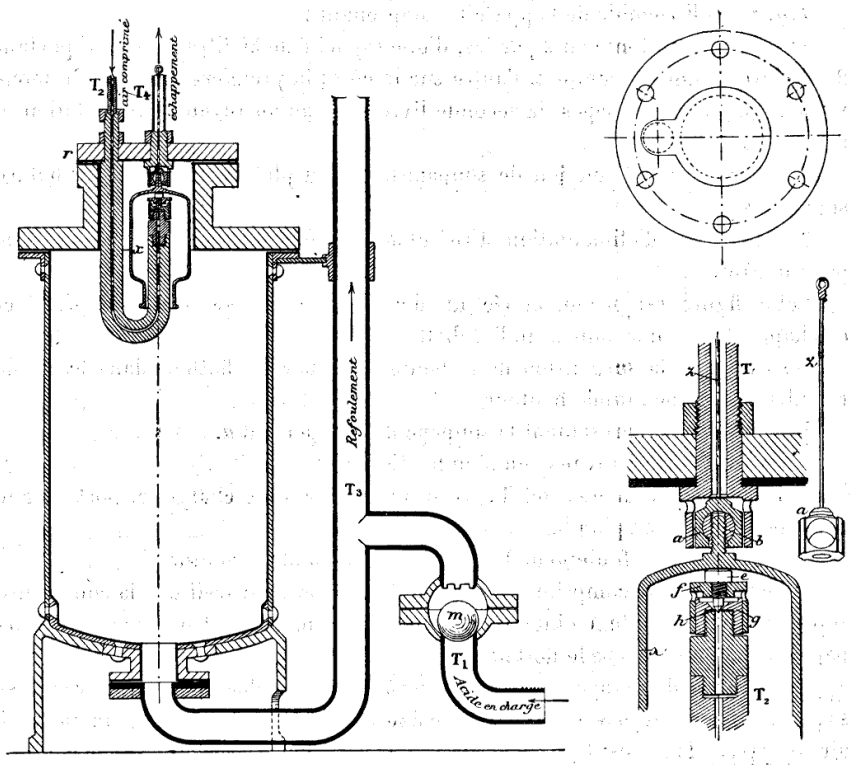


Fig. 3. — Monte-Acide. — Acide muriatique.

de son intéressante communication et d'autoriser l'insertion de ce rapport, ainsi que des dessins et la légende, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : M. Biver, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 13 *avril* 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DES FIGURES REPRÉSENTANT LES PULSOMÈTRES SYSTÈME P. KESTNER

Monte-acide N° 1 pour acide sulfurique.

Fig. 1. — Ensemble de l'appareil, comprenant :

1° Un corps en fonte en 2 parties, d'une capacité de 50 litres environ, portant 2 tubulures, l'une au sommet, l'autre sur le côté; la première renferme le mouvement ou jeu de soupapes, la seconde livre passage au tuyau d'alimentation et refoulement.

2° Le mouvement, ou jeu de soupapes, fixé au plateau fermant la tubulure supérieure.

3° Les tuyaux d'alimentation et refoulement, dont le premier porte une soupape d'arrêt.

Cette figure est accompagnée du détail des soupapes d'air comprimé et d'échappement à une plus grande échelle.

Du détail de la suspension de la bouteille lestant le flotteur dans le cas de refoulement à une grande hauteur.

Puis du détail représentant la soupape d'échappement *a*.

L'appareil porte 4 tuyaux (en plomb). Ce sont :

1° Le tuyau d'alimentation T1, recevant l'acide sous charge, et portant une soupape d'arrêt *m* en plomb.

2° Le tuyau de refoulement T3, s'élevant à la hauteur voulue.

3° Le tuyau à air comprimé T2, qui pénètre dans l'appareil par la couverture supérieure et remonte à l'intérieur du flotteur *x*, pour se terminer par une soupape sur laquelle repose le flotteur.

4° Le tuyau d'échappement T4, qui évacue l'air déplacé pendant le remplissage. Ce tuyau se trouve selon le même axe que la partie recourbée du tuyau à air comprimé T2, et est terminé à l'intérieur de l'appareil par une soupape.

Pour ce qui concerne le flotteur, *x* est une bouteille en grès, jaugeant 400 centimètres cubes, formant flotteur; elle est suspendue à la soupape d'échappement *a* par une vis *d* et un écrou *b*, logé à l'intérieur de la soupape. La soupape *a* est guidée par une queue à ailes dans le siège *o* en grès encastré dans le tuyau d'échappement T4. La vis *d* est fixée au flotteur *x* par l'écrou *c*.

La soupape à air est constituée par une vis conique à pointe en platine, guidée sur le tuyau T2 par un chapeau *f*. Le siège est formé par une petite rondelle en platine *h* fixée par un chapeau *g*.

Toutes ces pièces sont en plomb antimonié, à 5 p. 100 d'antimoine.

La soupape à air comprimé est fermée lorsque le flotteur *x* repose dessus, et que, par conséquent, la soupape d'échappement est ouverte; c'est le cas pendant la période de remplissage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant la période de refoulement, alors que la soupape d'échappement est fermée, le flotteur x par conséquent soulevé, la soupape à air est libre, et cède à la pression de l'air comprimé.

La course du flotteur entre les deux sièges est de 2 millimètres.

La bouteille en grès y s'emploie lorsqu'il s'agit de refouler à une grande hauteur; elle est suspendue par deux crochets z au flotteur x et contient de l'acide dont le poids vient s'ajouter au poids du flotteur pour décoller de son siège la soupape d'échappement, lorsque l'appareil est vide. Quoique l'air s'échappe à ce moment par le tuyau de refoulement, il subsiste à l'intérieur de l'appareil une certaine pression due au frottement et à l'émulsionnement dans le tuyau T, et qui s'oppose à la chute de la soupape.

Monte-acide N° 2 pour acide sulfurique.

Fig. 2. — Ensemble de l'appareil, comprenant :

1° Le corps de l'appareil C, en fonte ou autres matériaux, selon le liquide à élever, portant :

a, Un tuyau de refoulement T3.

b, Un tuyau d'alimentation T1 avec soupape d'arrêt *m*.

(La même tubulure peut servir pour ces deux tuyaux.)

c, Un tuyau vertical T5, réunissant la boîte à soupape au corps de l'appareil.

2° La boîte à soupape D, en fonte. Cette boîte renferme le jeu de soupapes, réuni par une tige au flotteur, qui est renfermé dans le corps de l'appareil.

Elle est placée à une hauteur supérieure au niveau maximum A B de l'acide dans le réservoir d'alimentation, et soustraite, par conséquent, ainsi que les soupapes qu'elle renferme, au contact du liquide, même à l'arrêt de l'appareil. Elle est fermée par une porte à charnières que l'on peut ouvrir, même à la marche, en défaisant 2 écrous.

On peut, d'ailleurs, contrôler le fonctionnement sans rien ouvrir, par le fil métallique que porte la soupape d'échappement. Ce fil se termine à l'extérieur de l'appareil par une boucle, rendant ainsi visible le jeu de la soupape, et permettant de la faire jouer à la main.

Les détails représentent la boîte ouverte, une section horizontale de la même boîte, la boîte à soupape, grandeur d'exécution :

N, Boîte.

S, Couvercle à charnières.

T3, Tuyau à air comprimé, fermé par la soupape *e*.

u, Tige du flotteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l, Étrier réuni d'une part par un tourillon à la tige *u*, et fixé d'autre part à la tige *d* par l'écrou *c*.

d, Tige ou boulon dont la tête repose sur la soupape à air comprimé et réunie à la soupape d'échappement *a* par l'écrou intérieur *b* formant articulation.

a, Soupape d'échappement, fermant sur le siège *o*, et prolongée à l'extérieur de la tubulure d'échappement par un fil de platine *z*.

w, Poids pour lester la soupape.

Monte-acide N° 1 pour acide muriatique.

Fig. 1. — Coupe de l'ensemble de l'appareil. Celui-ci comprend :

1° Un corps cylindrique en tôle, entièrement revêtue à l'intérieur de caoutchouc durci. Il porte deux tubulures en fonte, également à revêtement intérieur de caoutchouc, dont l'une au sommet renferme le mouvement, l'autre dans le bas sert à l'arrivée et au refoulement de l'acide.

2° Le mouvement, ou jeu de soupapes, fixé au plateau fermant la tubulure supérieure.

3° Les tuyaux d'alimentation et refoulement, en caoutchouc durci. Le premier porte une soupape d'arrêt à boulet *m*.

Les autres figures représentent le plan de la tubulure supérieure, et le détail des soupapes d'air comprimé et d'échappement à une échelle double.

La description des soupapes est la même que pour l'acide sulfurique.

Les tuyaux T2 et T4, ainsi que les pièces *a*, *b*, *e*, *f*, *g*, *x* sont en caoutchouc durci.

La tige *z*, qui sert à faire jouer à la main de l'extérieur la soupape, est en platine, ainsi que la rondelle *h* et la pointe de la soupape *e*.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur le* PAPIER PHOTOGRAPHIQUE, DIT PAPIER VELOURS, DE M. ARTIGUES.

Messieurs,

Dès les premiers temps de la photographie sur papier on s'aperçut vite que les épreuves aux sels d'argent ne présentaient pas toute la garantie de solidité désirable, et depuis 1855 des concours et des prix furent proposés pour faire rentrer la photographie dans la grande catégorie des impressions

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aux encres grasses, dont plusieurs siècles prouvent la résistance, ou pour obtenir des images avec des matières colorantes inertes.

Les progrès successifs nous ont donné les photogravures en relief et en creux, les procédés de photographie analogues à la lithographie. Ces procédés déjà très remarquables se perfectionnent chaque jour, mais ils exigent un matériel compliqué, encombrant, onéreux. Ce sont des procédés surtout industriels ; lorsqu'ils sont mis en marche, l'opérateur n'intervient plus pour l'obtention de l'image ; les tirages d'épreuves dites au charbon se prêtent mieux au travail personnel, mais la manipulation est compliquée par les transports et les retournements qu'ils exigent, et il était à désirer que l'on trouvât une méthode plus simple, plus pratique, laissant cependant, pour l'obtention de l'image, une large part au goût et au sentiment personnel de celui qui l'exécute.

Ce désidératum nous paraît réalisé par M. Artigues dans sa fabrication d'un papier spécial auquel il a donné le nom de *papier velours*. Ce papier, qui se conserve en bon état pendant un temps que l'on peut croire indéfini, présente une couche complètement noire et veloutée, la substance colorante (noir de fumée ou autre) est retenue à la surface par une matière adhésive interposée ; on rend chaque feuille sensible à la lumière par l'application au verso d'une solution de bichromate de potasse ; après séchage elle est exposée sous le cliché négatif, puis, après avoir été mouillée, elle est fixée verticalement sur une règle de bois, on l'arrose face et revers avec un mélange assez épais d'eau et de sciure de bois blanc porté à la température de 27° ; la poudre noire que l'action de la lumière n'a pas fixée est enlevée par ce lavage, les blancs et les demi-teintes apparaissent et lorsque l'opérateur, par les soins particuliers qu'il donne à ce travail, a amené son épreuve à rendre l'effet qu'il cherche, il la lave à l'eau froide, la passe à l'alun, la lave de nouveau et la laisse sécher pour la monter ensuite comme les photographies ordinaires.

L'ensemble de ces opérations a été donnée en détail lorsque j'ai fait la présentation au nom de M. Artigues ; il serait inutile de le répéter ici puisqu'on le trouvera dans le *Bulletin* de février 1894, page 93.

La Société a pu constater alors qu'avec des manipulations fort simples, puisqu'elles ont été exécutées séance tenante, avec un matériel des plus restreints, il est possible d'obtenir des résultats excessivement remarquables par la beauté, la profondeur des noirs, la transparence et la légèreté des demi-teintes et les effets artistiques qui se rapprochent beaucoup de ceux obtenus par la gravure à la manière noire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous pensons que l'invention de M. Artigues peut faire faire un grand progrès aux tirages d'épreuves photographiques inaltérables restés jusqu'à ce jour l'apanage presque exclusif de quelques photographes professionnels, qu'elle permettra à chaque opérateur de mieux donner la mesure de son sentiment artistique, qu'il y a lieu d'encourager ce développement et, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, nous vous demandons de remercier M. Artigues de son intéressante communication et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : J. DAVANNE, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 27 *avril* 1894.

COMMERCE

RAPPORT *fait par* M. E. GRUNER, *au nom du Comité de Commerce, sur l'*OUVRAGE DE M. MARIUS VACHON, *intitulé :* EXPOSITION INDUSTRIELLE ET ARTISTIQUE DE SAINT-ÉTIENNE.

M. Marius Vachon adressait à notre Société, le 4 mai dernier, en vue de concourir au prix annuel pour une étude économique d'un centre industriel, un volume intitulé : *l'Exposition de Saint-Étienne.*

Le concours de 1893 était déjà clos; le rapport de la commission déposé; mais votre Comité de Commerce n'en a pas moins retenu cet ouvrage pour l'examiner.

Tableau très intéressant et très vivant de l'état actuel des industries stéphanoises, cet ouvrage nous fait entrevoir, par de rapides aperçus, quelles ont été les phases principales de la transformation de « ce grand village aux rues étroites et sombres, aux maisons basses et enfumées, en une grande ville de 135 000 habitants, qui a escaladé toutes les collines, gravi tous les plateaux, s'est juchée sur tous les sommets, a dévalé dans toutes les *crases*, s'est collée à toutes les commissures des montagnes et s'est étendue dans toutes les directions, comme une lave ardente et féconde. »

Si la description est captivante, l'étude approfondie que le programme du concours annuel a minutieusement tracée, n'a été à aucun moment la préoccupation de l'auteur dont le travail n'avait évidemment point eu pour cadre le thème indiqué par votre Comité. Les observations si nettement exposées par votre rapporteur M. Cheysson, à propos de l'ouvrage de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Thiollier présenté en temps voulu au concours de 1893, s'appliquent d'ailleurs tout aussi bien à l'ouvrage de M. Vachon.

Nous avons donc dû écarter la pensée d'apprécier ce travail au point de vue de ce concours spécial; mais l'intérêt très général de cette étude nous a paru devoir vous être signalé.

A une époque où volontiers on se reprend à parler de castes et de classes, il est utile et réconfortant de voir tout ce qu'a pu réaliser l'énergique persévérance de ces hommes du peuple, de ces montagnards qui, descendus pauvres et incultes de leur village, sont devenus les créateurs de toutes ces grandes industries, dont les produits ont fait la richesse de toute une province et ont porté loin et haut le renom industriel de la France.

Phénomène bien rare, les métiers les plus rudes et les industries les plus délicates se sont développés simultanément et côte à côte.

Tandis que les hommes devenaient de hardis mineurs et de vigoureux forgerons, les femmes devenaient des rubanières capables de produire les tissus aux couleurs les plus délicates et les plus variées; et ces mêmes hommes, si les commandes abondaient, échangeaient le pic et la rivelaine contre le marteau du forgeron ou le crochet du tourneur et devenaient d'habiles armuriers.

Saint-Étienne est, à la fois, le centre d'une grande exploitation houillère et d'une puissante industrie métallurgique; elle groupe de nombreuses manufactures d'armes de guerre et de chasse et son nom est plus connu encore peut-être, dans toutes les parties du monde, par les magnifiques produits de ses métiers à rubans et à velours.

Les conditions géographiques, topographiques, climatériques, paraissent toutes également défavorables au développement de cette ville; l'énergie de cette élite de sa population a triomphé de tous les obstacles.

« Assise dans une étroite vallée de hautes montagnes, Saint-Étienne, dit M. Vachon, n'a d'accès de tous côtés que par des cols et des défilés tortueux et abrupts. Une seule ligne de chemin de fer, aux rampes et aux courbes périlleuses, la met en communication coûteuse et lente avec le Forez et le Centre, avec Lyon et le Midi. Nul canal aboutissant aux grandes routes fluviales du Rhône et de la Loire ne vient offrir à ses usines et à ses houillères des moyens de transports à bon marché.

« Les rares cours d'eau sont des ruisseaux ou des torrents. Le climat est rude, le sol est ingrat... »

Combien différentes sont les conditions des grands centres industriels

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

concurrents. Ne pouvant produire économiquement, puisque la nature lui en refusait les moyens, les Stéphanois ont visé à la fabrication fine, aux produits pour lesquels le rôle d'une main-d'œuvre habile et sûre s'impose; et ils ont réussi.

Tout l'ouvrage de M. Vachon est consacré à faire valoir la perfection du travail de ces forgerons qui livrent ces énormes pièces nécessaires à notre marine où à notre artillerie, et de ces armuriers qui, en quelques années, ont fabriqué des millions de fusils Chassepot, Gras et Lebel, avec une perfection sans cesse plus minutieuse.

L'industrie de la soierie et du velours étalait ses splendeurs dans des salles que M. Vachon décrit avec amour; on partage volontiers le légitime orgueil avec lequel il salue respectueusement tous ces fils de leurs œuvres qui s'appellent les Holtzer, les Verdier, les Pétin, les Gaudet, les Verpilleux, les Seguin, les Marrel, les Barouin, et dans une tout autre branche les Bancel, les Giron, les Balaÿ, les Escoffier, les Gérentet et tant d'autres.

Il était bon de conserver le souvenir de cette fête du travail et de rappeler aux artisans de notre époque ce qu'ont pu leurs aînés par beaucoup de persévérance et une intelligente recherche, non pas d'utopiques illusions, mais de réalités judicieusement entrevues.

Votre Comité de Commerce vous propose, Messieurs, de vous associer à ces conclusions, de remercier M. Marius Vachon de l'envoi de son bel ouvrage et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : E. Gruner, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 27 *avril* 1894.

PHOTOGRAPHIE

Note sur la Photographie des couleurs par la méthode interférenteille de M. G. Lippmann, par MM. Lumière frères.

La découverte géniale de M. le professeur Lippmann réside, comme on sait, dans la fixation, par la lumière même, de franges d'interférence dans une couche sensible photographique. Bien que cette méthode ait été décrite, nous nous permettrons de rappeler le principe sur lequel elle est basée.

Lorsqu'une onde lumineuse tombe sur un miroir, normalement à sa surface, elle s'y réfléchit en donnant naissance à des plans alternativement obscurs et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

brillants, parallèles à la surface considérée, et situés à des distances égales aux multiples pairs du quart de la longueur d'onde pour les plans obscurs et aux multiples impairs pour les plans brillants.

M. Lippmann se dit que si l'on plaçait sur une surface réfléchissante une couche sensible transparente, les plans brillants devraient seuls laisser leur trace, en altérant la substance sensible, tandis que cette substance resterait inaltérée en tout autre point.

Pour vérifier cette idée, il fit usage d'une plaque de verre recouverte d'une couche sensible transparente, comme en donnent les anciens procédés de photographie à l'albumine, il l'exposa à l'action d'un spectre solaire après avoir utilisé la plaque elle-même comme paroi d'une cuve qu'il remplissait de mercure.

La couche sensible de la plaque étant tournée vers l'intérieur, il y avait contact intime avec la surface du mercure et par suite les phénomènes d'interférence se manifestaient au sein de la couche avec une grande netteté. Après une exposition convenable, la plaque était développée à l'acide pyrogallique puis fixée et séchée.

Les choses se passèrent ainsi que ce savant l'avait prévu : les traces des plans brillants étant fixées par l'action lumineuse, lorsque la plaque était complètement sèche, les couleurs apparaissaient à l'œil, prenant naissance, de la même façon que dans les bulles de savon.

Comme la distance qui sépare deux plans consécutifs est liée à la longueur d'onde des radiations qui leur ont donné naissance, la couche, après séchage, possédait une structure lamellaire telle qu'elle réfléchissait vers l'œil en chaque point les couleurs des radiations qui l'avaient frappée lors de l'exposition à la lumière.

Pour développer pratiquement cette méthode, il fallait réaliser certaines conditions délicates que l'on peut résumer de la façon suivante :

1° Obtention de couches sensibles absolument transparentes.

2° Réalisatiou d'un orthochromatisme, aussi voisin que possible de la perfection.

La première de ces conditions s'explique d'elle-même, car l'on conçoit que toute substance granulaire altère la direction des ondes lumineuses et détruit par suite toute netteté dans la production des interférences.

Quant à la deuxième, elle est nécessitée par ce fait que les substances sensibles (sels haloïdes d'argent) sont surtout influencées par les radiations bleues et violettes et ne le sont que peu par les radiations moins réfrangibles, rouges, jaunes, vertes.

M. Lippmann montra d'abord des images du spectre dans lesquelles toutes les colorations étaient parfaitement visibles, puis obtint l'image d'une branche de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

houx, d'un perroquet multicolore, etc: mais en procédant avec l'incertitude et les irrégularités des anciens procédés de préparation des plaques par sensibilisation au bain d'argent.

Nous nous sommes attachés dans nos recherches à la réalisation de ces deux points que nous mentionnons plus haut : préparation de plaques transparentes et isochromatisme de ces plaques.

Nous avons d'abord cherché à obtenir des préparations homogènes contenant du bromure d'argent et nous y sommes parvenus de la façon suivante.

Dans une solution à 5 p. 100 de gélatine on introduit 0,5 p. 100 de bromure de potassium d'une part, puis dans une autre solution également à 5 p. 100 de gélatine on fait dissoudre $0^{gr},6$ p. 100 de nitrate d'argent. Ces deux solutions sont mélangées à volumes égaux et il en résulte un liquide qui, étendu sur plaques de verre en couches minces, donne des plaques absolument transparentes que l'on fait sécher puis qu'on lave sous un jet d'eau pendant cinq à dix minutes, on sèche de nouveau et la plaque est prête, mais non sensible à toutes les radiations.

Pour corriger ce défaut d'orthochromatisme, nous avons fait un très grand nombre d'essais dans lesquels nous introduisions dans la préparation décrite plus haut des quantités variées des diverses matières colorantes employées pour la réalisation de l'orthochromatisme dans la photographie ordinaire en noir. Ces matières colorantes sont en assez grand nombre et nous avons essayé successivement la cyanine, les éosines et érythrosines, le violet de méthyle, le vert malachite, etc.

Pour nous rendre compte de l'effet produit, nous exposions toutes ces plaques à l'action d'un spectre et, après développement, fixage et séchage, nous examinions par transparence l'intensité de l'image dans les diverses régions.

En combinant l'action de quantités déterminées de cyanine et d'érythrosine nous sommes arrivés à préparer des plaques véritablement isochromatiques, donnant des images du spectre qui, vues par transparence, accusent des intensités correspondant, pour les diverses régions, aux intensités perçues par l'œil et par suite propres à l'obtention d'images quelconques, paysages, portraits, etc., dans lesquelles toutes les colorations sont venues exactement y compris le blanc.

Bien des détails de préparation ont une grande importance dans la confection de ces plaques : durée du séchage, état hygrométrique de l'air employé, etc., et ce n'est qu'en tenant compte de toutes les conditions d'obtention et en les déterminant d'une façon aussi précise que possible que nous avons pu produire les épreuves qui ont été présentées dans la séance du 22 décembre 1893.

Nous ajouterons que ces images ne sont pas constituées simplement par les plaques développées et fixées, mais sont recouvertes de prismes d'angle très faible, collés sur la couche à l'aide de baume de Canada.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons, en effet, trouvé que ce dispositif augmente considérablement l'éclat des couleurs perçues, car il supprime pour l'incidence sous laquelle l'image est visible la lumière blanche réfléchie par la surface antérieure de la gélatine.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 11 mai 1894.

Présidence de *M. le colonel Pierre*, Vice-président.

M. le Ministre de l'Agriculture informe le président de la Société qu'il accorde à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale une subvention de dix-huit cents francs pour l'année 1894 pour encouragement à l'agriculture.

M. le Président adresse les remerciements de la Société à M. le Ministre de l'agriculture ainsi qu'à M. le Président de la Société, dont on doit reconnaître l'importante initiative.

M. le Secrétaire de la Société de secours des Amis des Sciences annonce que la séance annuelle de cette Société aura lieu à Lille, sous la présidence de MM. Pasteur et Bertrand, le mardi 29 mai, à 8 h. 30.

M. Honoré, quai des Célestins, offre de vendre ses brevets pour l'application d'un système de vélocipèdes. (Arts mécaniques.)

M. Élie Taib, à Bône (Algérie). — Machine à mouvement continu. (Arts mécaniques.)

M. Dalloz, rue Pierre-Dillery, 9. — Nouveau dynamomètre. (Arts mécaniques.)

M. Alf. Bazin, à Lilliers (Pas-de-Calais). — Projet de canal des deux mers. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. le Président du comité de l'érection d'un buste de Mathieu de Dombasle, à Roville, sollicite le concours de la Société. (Bureau.)

M. Louis Eynard, rue Labat, concourt au prix relatif à la fabrication d'un acier doué de propriétés spéciales. (Arts chimiques.)

M. Léon Vidal, rue Scheffer, 7, à Paris-Passy, demande la nomination de délégués de la Société pour élaborer le projet d'un musée de photographies documentaires. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. Plon, membre du Conseil, fait hommage de l'*Annuaire général et international de la photographie*, 1894.

Les ouvrages suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La multiplication par les nombres triangulaires, rapport sur les tables de M. Arnaudeau, par M. Cheysson, membre du Conseil.

Une remarque sur la multiplication, par M. Ed. Collignon, secrétaire de la Société.

Recherches sur les blés, les farines et le pain, par A. Balland, pharmacien principal de l'armée, 1 vol. in-8, 2e édit.

Petit Dictionnaire pratique de mécanique et d'électricité, par Charles Bairat, 1 vol. in-12, Bernard et Cie, éditeurs.

Nouvelles Archives des missions scientifiques et littéraires, publiées sous les auspices du ministère de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, tomes IV et V.

Rectification de l'alcool, par E. Sorel (collection Léauté), offert par MM. Gauthier-Villars et fils.

Revue du commerce et de l'industrie, sous la direction de M. Georges Paulet, 1re année, n° 2.

Annali di statistica. Industria della Seta in Italia, Fasc. XXXVII.

Minerva. Revista cientifica de la Sociedad de ingeniores de Puebla (Mexico), 1894, n° 1.

Smithsonian institution to knowledge. The internal Work of the wind, par R.-P. Langley, Washington.

Nomination de membres de la Société. — Est nommé membre de la Société : *M. Léon Ducoin*, avocat à la Cour d'appel de Paris, présenté par *MM. Lavollée* et *Chassevent*.

Rapports des Comités.— *Machine à calculer. — M. le général Sebert* fait, au nom du Comité des Arts économiques, un rapport sur les machines à calculer de *M. Léon Bollée*, du Mans.

M. Léon Bollée a présenté à la Société une grande machine à calculer, d'un nouveau type, destinée à faire automatiquement et mécaniquement les opérations arithmétiques les plus compliquées, et une série de petits appareils à calculer, dérivant pour la plupart d'appareils déjà connus, mais auxquels il a su apporter des perfectionnements importants.

Ces appareils sont : 1° un tableau multiplicateur-diviseur ; 2° un petit appareil multiplicateur ; 3° un appareil constitué par la réunion de deux parties principales : l'une est destinée à opérer les additions et soustractions ; l'emploi de l'autre se combine avec celui de la première quand il s'agit d'effectuer les multiplications et les divisions ; 4° enfin la grande machine à calculer, qui mérite surtout l'attention.

M. Bollée a réalisé des machines spéciales destinées à donner pour les grands magasins les comptes faits pour des objets de prix courants, et d'autres machines du même genre destinées à des compagnies de chemins de fer et donnant les prix

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des billets suivant les distances. Il a créé, également pour les chemins de fer, des machines propres à distribuer et dater les billets, à enregistrer le nombre des voyageurs par destination, et enfin à classer et totaliser en bloc les recettes, ainsi qu'un type des machines pour le contrôle de la caisse dans les grands magasins.

Le rapporteur, se réservant de revenir ultérieurement sur ces dernières machines, a l'honneur de proposer aujourd'hui, au nom du Comité des Arts économiques, de remercier M. Léon Bollée de son intéressante communication, et de publier le présent rapport au *Bulletin*, avec la description de ses différents types de machines à calculer d'un usage général, en y joignant les dessins nécessaires pour faire comprendre le fonctionnement de ces machines.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Moteurs hydrauliques. — *M. Tresca* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur les travaux de M. *F.-J. Schabaver*, constructeur-mécanicien à Castres, ancien élève des Écoles des Arts et Métiers, ancien préparateur du cours de mécanique appliquée aux arts du Conservatoire des Arts et Métiers. M. Schabaver a su, par son activité, créer à Castres un atelier de construction de machines qui a pu fournir aux industriels de la région tout l'outillage qu'ils étaient obligés d'aller chercher au loin avant cette création.

M. Schabaver s'est adonné à la construction des turbines hydrauliques.

L'installation des machines élévatoires de la ville de Narbonne, d'une turbine à bâche ouverte établie dans une usine métallurgique de Castelsarrazin, des turbines de 100 chevaux chacune établies à la saline de Saies-du-Salat (Haute-Garonne), etc., lui sont dues.

Il a envoyé récemment à la Société une note intéressante sur l'installation et le fonctionnement prolongé d'une turbine ne dépensant que 100 litres d'eau par seconde et fonctionnant sur une chute de $0^{m},120$.

L'exposé sommaire des principaux travaux de M. F.-J. Schabaver, pouvait intéresser la Société, aussi le Rapporteur propose, au nom du Comité des Arts mécaniques, de remercier M. Schabaver de ses intéressantes communications et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Communications. — *Une société coopérative de consommation en France* (1887-1894). — M. *Georges Marsais*, président du conseil d'administration de l'Association coopérative de consommation des employés civils de l'État du département de la Seine et de la Ville de Paris, fait une communication sur cette Société.

A la fin de l'année 1885, quelques employés appartenant à diverses administrations eurent l'heureuse idée de mettre à l'étude un projet de création, entre fonctionnaires et employés de l'État du département de la Seine et de la Ville de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Paris, d'une Association coopérative de consommation sur le modèle de celles qui fonctionnent en Angleterre. La Société projetée devait être à la fois coopérative et *corporative*.

Les débuts furent difficiles; ces ouvriers de la première heure éprouvèrent, tout d'abord, de nombreuses difficultés; mais, grâce au concours de plusieurs associations de prévoyance, groupant autour d'elles les futurs coopérateurs, leur tache fut facilitée.

Dès le commencement de 1886, un comité d'initiative était formé; les statuts de la future association étaient mis en délibération, des conférences étaient organisées sur divers points et, à la fin de la même année, le projet des promoteurs avait pris corps.

C'est alors que furent lancés les premières circulaires et l'appel aux souscripteurs.

Le capital primitif, fixé à 200 000 francs, tardait à être couvert; les promoteurs de l'œuvre n'hésitèrent pas à le réduire à 125 000 francs, tout en déclarant qu'il pourrait s'élever à 200 000 francs.

Le 27 février 1887, les premiers souscripteurs étaient convoqués pour la constitution définitive de la Société. L'acte constitutif constate la souscription de 2 921 actions de 50 francs, représentant un capital nominal de 146 050 francs, sur lequel le dixième exigé par la loi était versé.

La Société était créée.

Fixé à 125 000 francs, arrêté à 146 050 francs, lors de la constitution définitive de la Société, avec possibilité de s'élever à 200 000 francs, le capital social atteignait ce chiffre le 10 février 1888.

Mais bientôt le développement de la Société rendait ce capital insuffisant et l'assemblée générale du 30 mars 1890 autorisait le conseil d'administration à ouvrir une nouvelle souscription de 4 000 actions de 50 francs, représentant une augmentation de capital de 200 000 francs.

Ouverte le 14 avril 1890, la souscription était couverte le lendemain 15, mais l'assemblée générale ayant décidé de réserver les actions nouvelles, par unité, à des souscripteurs nouveaux, la souscription continuait et le 20 juin 1890, les 4 000 actions émises étaient souscrites par 4 000 actionnaires *nouveaux*. Le capital social se trouvait ainsi porté à 400 000 francs.

La Société est administrée par un conseil de 21 membres, élu en assemblée générale au scrutin de liste et renouvelable par tiers chaque année.

Une Commission de surveillance de cinq membres est chargée du contrôle.

La Société comprend des actionnaires et des adhérents.

Lors de la clôture de la souscription pour la première émission (10 février 1888) le nombre des actionnaires s'élevait à 2 817 et celui des adhérents à 440, soit 3 257 sociétaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avant la seconde émission, l'Association comprenait 2 953 actionnaires et 1 455 adhérents, soit en tout 4 408 sociétaires.

Au dernier bilan (7 janvier 1894), la Société comptait 6 831 actions et 4 437 adhérents, soit 11 268 sociétaires.

L'Association utilise à l'heure actuelle trois établissements distincts :

1° *Le Siège social*, 3, rue Christine, consacré aux ventes au détail et aux rayons annexes ;

2° *Le magasin des ordres*, 196, rue du Château-des-Rentiers, à Paris, chargé d'effectuer les livraisons à domicile ;

3° *L'entrepôt de Vitry*, rue Latérale à la gare.

A l'ouverture des magasins, le 1er juin 1887, la Société avait un seul local à sa disposition, le Siège social.

Bientôt l'extension de la vente des vins en cercles, l'augmentation de consommation des liquides obligeaient le conseil à louer un entrepôt hors Paris. Neuilly fut choisi. Cet état de choses continua jusqu'en 1890 ; mais les affaires s'étendant sans cesse, l'assemblée générale du 30 mars 1890 n'hésita pas à autoriser le Conseil à acquérir un entrepôt à Vitry. D'autre part, en raison de l'extension des livraisons à domicile et de l'insuffisance absolue des magasins du Siège social, le Conseil dut louer un vaste magasin destiné à la préparation des commandes.

Aujourd'hui, ces trois établissements, qui se sont augmentés en juillet 1891, par suite de la location du premier étage du Siège social, permettent d'assurer les divers services et de faire face à l'extension continue des affaires.

Comme il a été dit tout à l'heure, le Conseil d'administration dirige tous les services de l'Association ; à cet effet, il s'est subdivisé en cinq commissions :

Le *Bureau ;* la *Commission des liquides ;* celle des *solides ;* celle des *rayons divers* et celle des *intermédiaires*.

Tous les achats sont préparés par ces commissions et ne deviennent définitifs qu'après l'approbation du Conseil.

Le Conseil se réunit au moins une fois par quinzaine et les Commissions trois fois par semaine.

Étant donné la répartition des sociétaires sur tous les points de Paris, il était impossible de songer à vendre uniquement au Siège social les marchandises tenues par la Société ; il fallait livrer à domicile. Dès le principe, il fut décidé que chaque quartier serait desservi une fois par semaine ; bientôt, cette livraison unique devenant insuffisante, deux livraisons furent accordées et, depuis le mois d'août 1891, chaque sociétaire peut être desservi trois fois.

L'Association livre également dans la banlieue une et deux fois par semaine suivant les localités et expédie en province.

Au début de la Société, l'épicerie, les vins et les liqueurs étaient les seuls produits livrés aux sociétaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par suite, le Conseil d'administration fut obligé de s'adresser à des intermédiaires pour fournir aux Sociétaires les objets de première nécessité dont ils pouvaient avoir besoin et que le manque de place et de capitaux ne permettait pas de tenir directement.

Mais ce n'était là qu'une période transitoire, permettant au Conseil, au fur et à mesure des besoins et des possibilités, d'ouvrir de nouveaux rayons et de supprimer par suite les intermédiaires correspondants.

Successivement, la Société a ouvert des rayons d'articles de ménage, de porcelaine, de verrerie; la volaille et de gibier ont fait l'objet de ventes spéciales; et enfin, au mois d'octobre 1891, elle a ouvert des rayons de tailleurs, de chaussures, de chapellerie, de bonneterie, de mercerie, etc.

Mouvement des affaires. — Le meilleur moyen à employer, pour rendre un compte exact du développement de l'Association, est de consulter les deux tableaux suivants qui indiquent le montant des ventes, semestre par semestre, depuis l'ouverture des Magasins.

Ventes directes. — Juin 1887 et 2e semestre 1887	368 320 »
Année 1888	1 160 512 30
— 1889	1 924 836 25
— 1890	2 800 893 85
— 1891	3 436 676 95
— 1892	3 827 705 55
1er semestre 1893	2 070 497 30
2e semestre 1893	1 918 279 30
Soit en 6 ans et demi	17 506 891 50

Ventes totales. — Juin 1887 et 2e semestre 1887	368 320 »
Année 1888	1 461 796 85
— 1889	2 548 944 05
— 1890	4 011 624 78
— 1891	5 513 464 16
— 1892	6 037 868 61
1er semestre 1893	3 238 349 52
2e semestre 1893	3 014 693 95
Soit au total	26 105 061 64

La différence entre les chiffres des ventes totales et des ventes directes, soit 8 688 140 fr. 14 représente le montant des ventes par intermédiaires.

Résultats obtenus. — Les avantages dont ont bénéficié les sociétaires se présentent sous trois formes différentes :

1° épartition semestrielle aux acheteurs;

2° Répartition directe des remises faites par les intermédiaires;

3° Fonds de réserve.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les sociétaires ont touché directement, à la fin de chaque semestre les sommes suivantes pour la répartition :

Juin 1887 et 2e semestre 1887	10 823 85
Année 1888	34 245 51
— 1889	101 630 40
— 1890	116 155 73
— 1891	173 405 88
— 1892	203 190 60
1er semestre 1893	120 117 18
2e semestre 1893	105 318 30
Total	865 977 47

Ils ont de plus touché, directement, comme remises d'intermédiaires, les sommes ci-après :

Juin 1887 et 2e semestre 1887	14 586 05
Année 1888	47 675 48
— 1889	83 104 88
— 1890	155 602 33
— 1891	173 954 05
1er semestre 1893	101 472 99
2e semestre 1893	87 038 05
Total	664 433 73

Le fonds de réserve s'élève, d'autre part, aujourd'hui, à 240 757 fr. 42, l'action émise à 50 francs vaut donc actuellement 80 fr. 09, soit une plus-value de 30 fr. 09.

En additionnant les trois chiffres dont il vient d'être question, il est facile de se convaincre que, grâce à leur groupement en association coopérative, les acheteurs ont bénéficié, depuis le 1er juin 1887, d'une économie de

Répartition semestrielle	865 977 47
Remises des intermédiaires	664 433 79
Fonds de réserve	240 757 42
Soit un total de	1 771 168 67

sans y comprendre les 92 184 fr. 75 servis à titre d'intérêt du capital.

Ces chiffres montrent la puissance indiscutable de la coopération.

M. le Président remercie *M. Marsais* de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité de Commerce.

Turbine à vapeur de Laval. — *M. G. Sciama* présente à la Société la turbine à vapeur de Laval.

Cette turbine, qui n'est connue en France que depuis trois mois, a été inventée en 1891, par un Suédois, M. de Laval, et, au 1er janvier 1894, la Société qui a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entrepris l'exploitation des brevets de M. de Laval, en avait déjà livré plus de deux cents de toutes forces, depuis cinq jusqu'à cent chevaux, qui toutes fonctionnaient et, quelques-unes depuis deux ans, à la satisfaction générale. La turbine n'est donc pas un appareil d'essai, n'ayant encore été expérimenté que dans un atelier, mais bien une machine répandue dans l'industrie, et dont une expérience prolongée a pu mettre en relief les qualités.

Elle est fondée sur un principe tout à fait original. La vapeur n'agit plus par sa force élastique, comme dans une machine à vapeur, mais par sa force vive, comme l'eau dans les turbines à eau. La théorie des turbines à eau doit donc s'appliquer également ici. Cette théorie indique que le rendement maximum est obtenu, lorsque la vitesse périphérique de la turbine w est liée à la vitesse v de la vapeur, et à l'angle d'incidence α du jet sur les aubes, par la relation $w = \frac{v}{2\text{Cos}\alpha}$. Or cette équation, étant donné la valeur de v qui varie entre 859 et 1 120 mètres, pour de la vapeur s'échappant à l'air libre avec une pression de 5 kilog., ou au condenseur avec une pression de 10 kilog., donne pour w des valeurs qu'il est impossible de réaliser en pratique, à cause des difficultés qu'on éprouve dans le centrage des pièces, et de la force centrifuge que la moindre excentricité développe à ces vitesses.

C'est pour triompher de cet obstacle, qui semblait insurmontable, que M. de Laval a imaginé un dispositif remarquable et dont le principe peut s'énoncer ainsi :

Si l'on fait tourner un disque excentré autour d'un arbre suffisamment flexible, lorsque le système aura pris une certaine vitesse, l'arbre se déformera sous l'action de la force centrifuge même, de telle sorte que le centre de gravité du disque vienne se placer automatiquement dans l'axe de symétrie du système, et que toutes les trépidations dues à l'excentricité du disque s'annulent.

L'expérience a confirmé pleinement cette découverte, et le principe de M. de Laval permet de faire tourner aux vitesses les plus vertigineuses des disques montés sur des arbres flexibles, sans avoir à redouter le moindre accident causé par l'excentricité inévitable des organes.

En l'espèce les vitesses des turbines varient entre 15 000 et 30 000 tours à la minute.

Les deux principes de la turbine étant ainsi établis, sa description peut se faire très complète en deux mots.

M. Sciama fait une série de projections qui rendent compte des détails de construction.

L'appareil se compose d'une boîte d'arrivée de vapeur, dans laquelle fonctionne un obturateur mû par un régulateur à force contrifuge, dont la sensibilité est remarquable. La vapeur, au sortir de l'obturateur, se répand dans une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

couronne circulaire, d'où divergent un certain nombre de canaux, à section croissante, où la vapeur transforme son énergie dynamique en énergie cinétique. Dans ces canaux la pression passe de la pression de la chaudière à la pression de l'échappement, tandis que le fluide acquiert une vitesse, fonction directe de la chute de pression. Au sortir des ajutages, la vapeur doit être à la pression de l'échappement, et avoir acquis la plus grande vitesse possible. Elle vient alors frapper les aubes d'une roue, montée sur un arbre élastique, et leur imprime un rapide mouvement de rotation. Sa vitesse est telle qu'elle ne reste pas plus de 1 60 000 de seconde dans les aubes. A sa sortie, elle file directement dans le tuyau d'échappement. La turbine en tournant entraîne l'arbre dont l'extrémité porte un pignon à dents hélicoïdales et doubles dentures inclinées symétriquement, qui engrène avec une roue de diamètre dix fois plus grand, et dont l'axe porte une poulie, ou le plateau d'entraînement d'un dynamo. La vitesse de la poulie ou du plateau d'entraînement est donc dix fois moindre que la vitesse du pignon. C'est sur l'arbre de la roue qu'est monté le régulateur à force centrifuge.

Les avantages d'une telle machine sont les suivants :

1° La vapeur arrivant sur les aubes à la pression exacte qu'elle doit avoir en s'en échappant, n'a aucune tendance à dévier de la trajectoire que lui imposent les ajutages, étant donnée surtout sa vitesse. Il n'est donc nul besoin que les pièces en mouvement soient étanches, et en fait, il y a 3 millimètres de jeu entre la turbine et toutes les parois de la chambre dans laquelle elle se meut.

Ainsi est évité ce défaut capital de toutes les machines rotatives, et des turbomoteurs Parsons, dans lesquels l'étanchéité des pièces en mouvement, qui est une condition essentielle de bon fonctionnent et d'une consommation réduite, ne peut résister à un fonctionnement prolongé.

Le libre jeu qui existe entre la turbine et la chambre assure en outre la conservation entière des différents organes, et une consommation de vapeur constante, quelle que soit la durée du service ;

2° Le seul mouvement des pièces étant un mouvement circulaire continu, l'appareil n'éprouve ni trépidations ni vibrations. Il peut fonctionner en étant simplement posé sur le sol, sans fondations ;

3° Le disque monté sur l'axe étant la seule pièce en mouvement, et étant enfermé dans une chambre, aucune surveillance n'est nécessaire, ni même possible. La présence d'un mécanicien est donc absolument superflue ;

4° La vapeur arrivant sur la turbine par un certain nombre d'ajutages variables selon la puissance de la machine, on peut réduire la consommation presque proportionnellement au travail demandé à la machine, en fermant, grâce aux vannes réglables, un ou plusieurs de ces ajutages ;

5° La circulation de la vapeur étant continue, chaque point du conduit de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur reste toujours à la même température, et n'est pas soumis aux alternatives de températures élevées et basses qui influent si profondément sur la consommation de vapeur, dans les cylindres des machines à vapeur ordinaires;

6° Les frottements des pièces en contact se bornent aux frottements des deux tourillons de l'arbre et de l'engrenage.

Or le poids du système en rotation étant très faible, la pression sur les coussinets est aussi réduite que possible, et l'effort par tour étant également très faible, vu le grand nombre de rotations par seconde, la pression par millimètre carré sur les engrenages, dont les dents sont très longues et dont la disposition permet d'avoir toujours trois dents en prise, est extrêmement réduite. C'est ce qui assure la conservation de ces pièces, dont un fonctionnement continu pendant deux ans ne semble pas avoir altéré le tracé;

7° Le poids par cheval des moteurs oscille entre 17 et 32 kilos pour les moteurs jusqu'à 50 chevaux, et pourrait encore être très réduit.

De même les dimensions des appareils sont extrêmement restreintes;

8° Le prix de ces machines est, en conséquence, notablement inférieur au prix des machines à vapeur ordinaires de même puissance.

Enfin la consommation de vapeur descend jusqu'à des valeurs qu'on ne pouvait espérer.

Elle est de 15 kilos par cheval pour les moteurs de 10 chevaux travaillant à condensation, avec une pression de 10 kilos, et descend dans ces conditions à 9 kilos pour les moteurs de 50 chevaux. Il est même presque certain que pour les moteurs de 300 chevaux elle atteindrait $7^{kil},5$ par cheval.

M. Sciama montre par une série de graphiques que cette consommation dépend essentiellement, comme l'indique la théorie, pour une pression donnée, de la vitesse périphérique du disque.

Si la résistance de la matière permettait d'atteindre la vitesse périphérique $w = \frac{v}{2\,\mathrm{Cos}\,\alpha}$, le rendement s'améliorerait encore sensiblement; mais on est obligé de s'imposer une limite de force centrifuge, par gramme, pour ne pas faire travailler avec excès les pièces qui composent le disque.

Si donc on a $\frac{mv^2}{r} = \mathrm{K}$, v est déterminé pour un diamètre donné et ne pourra croître que comme la racine carrée de r, rayon du disque.

On arrive ainsi à établir que, dans un disque de rayon tel que la vitesse $w = \frac{v}{2\,\mathrm{Cos}\,\alpha}$ soit de 440 mètres pour une vitesse de la vapeur égale à 800 mètres, le rendement de la turbine est de 88 p. 100. Mais ce rendement doit encore être affecté de trois coefficients, relatifs, le premier aux pertes de force vive de la vapeur, pertes dues au frottement du fluide le long des parois de l'ajutage et des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remous dans les aubes; le second, à la résistance opposée par le milieu ambiant à la rotation de la turbine; le troisième, à l'engrenage.

En fin de compte, le rendement maximum pratique sera de 57 p. 100.

Or, dans une bonne machine à vapeur ordinaire, consommant 9 kilos de vapeur par cheval effectif, ce rendement est de 43 p. 100.

En terminant, M. Sciama indique que les qualités particulières de la turbine de Laval, son faible poids et ses dimensions restreintes semblent l'appeler, bien qu'aucun des problèmes que ces applications soulèvent ne soit encore élucidé, à rendre de remarquables services dans l'aérostation, la traction mécanique, la propulsion des navires.

Elle s'applique dès maintenant merveilleusement à la conduite des dynamos, et se substitue très aisément à toute machine à vapeur fixe dans les installations industrielles.

M. le Président remercie *M. Sciama* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Arts mécaniques.

La séance est levée à 10 heures et demie.

Séance du 25 mai 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, Président.

Le Conseil reçoit le faire part de la mort de *M. Pierre-Gabriel Jarre*, ingénieur des arts et manufactures, ancien maire d'Ornans, lauréat et correspondant de la Société.

M. Colas, ébéniste, rue Moreau, 16. — Fermeture de table à manger. (Arts économiques.)

M. Aug. Coret, boulevard Bineau, 53, à Neuilly-sur-Seine. — Thermomètre médical. (Arts économiques.)

M. Honoré, quai des Célestins, 2. — Emploi des moteurs détonants. (Arts économiques.)

M. Bougier, rue de Rome, 82. — Appareils fumivores sous grilles s'adaptant à tous les foyers. (Arts mécaniques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77. — Monocycle à balancier. (Arts mécaniques.)

M. Lachaume, rue de Belleville, 38. — Alésoir extensible et irréductible. (Arts mécaniques.)

M. Charles Cambon, industriel à Sumène (Gard). — Mécanisme permettant de faire fonctionner à distance les cloches, signaux, etc. (Arts mécaniques.)

M. H. Mehier de Mathieusseul, à Sainte-Marie-du-Nord (Manche), chargé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une mission géodésique et géologique en Colombie, se met à la disposition de la Société pour les recherches qu'elle voudrait bien lui confier. (Bureau.)

M. Zune, 21, place de Bouckère, à Bruxelles. — Exposé d'une méthode d'analyse des beurres. (Agriculture.)

M. Adolphe Gautier, président de la Société des arts de Genève, demande à la Société de participer à l'érection d'un buste de Daniel Colladon, ingénieur-mécanicien, ancien correspondant de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. (Bureau.)

M. Lacroix, chimiste, avenue Parmentier, 184, fait hommage pour la bibliothèque d'un exemplaire d'une brochure qu'il vient de publier sous le titre : *Le dessin et la peinture vitrifiables* accessibles à tous pour la décoration des *vitraux d'intérieur*, par *H. P. Saucré*, 1894.

M. Collignon fait hommage d'une brochure extraite de l'Association pour l'avancement des sciences, Congrès de Besançon, 1893. — *Remarque sur le mouvement parabolique des corps pesants. — La promenade de deux forçats enchaînés.*

M. Sauvage fait hommage d'une brochure intitulée : *Revue de mécanique appliquée pneumatique.*

M. Casalonga fait hommage de son rapport à l'assemblée générale de l'Association des inventeurs et artistes industriels.

M. L. Hugo adresse une brochure sur la figure théorique de certains corps simples formant série.

Rapports des comités. — *Concentration de l'acide sulfurique.* — *M. Aimé Girard* fait, au nom du Comité des Arts chimiques, un rapport sur un nouvel appareil de concentration de l'acide sulfurique de M. Kessler, de Clermont-Ferrand.

Il décrit ce nouvel appareil dans lequel est complètement supprimé l'emploi coûteux du platine, et qui est fait tout entier de matériaux inattaquables par l'acide sulfurique, même aux températures les plus élevées.

La grande fabrication des produits chimiques a déjà compris ces avantages considérables; depuis deux ans, et en dehors de deux spécimens fonctionnant à Clermont-Ferrand, dans l'usine de l'inventeur, sept appareils Kessler ont été construits dans de grandes usines, où, d'après les certificats et les comptes de fabrication mis sous les yeux du rapporteur, ils fonctionnent de la façon la plus satisfaisante.

C'est pénétré de cette pensée que le Comité des Arts chimiques a l'honneur de proposer au Conseil de remercier M. Kessler de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*, en y joignant les dessins nécessaires à l'intelligence des diverses parties du nouveau système de concentration.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conclusions sont adoptées.

Unification des filetages. — *M. Sauvage* fait un rapport dans lequel il résume les règles arrêtées par la *Commission des filetages*, à la suite de l'enquête faite par la Société en 1893 et 1894, pour l'UNIFICATION DES FILETAGES des vis mécaniques et des JAUGES des fils métalliques.

L'adoption des nouvelles règles est vivement recommandée aux ingénieurs et aux industriels; plusieurs administrations préparent déjà le nouveau matériel de filetage.

La Commission propose au Conseil l'impression du présent rapport à un nombre d'exemplaires qui permette de le répandre largement parmi les industriels intéressés à la question.

M. le Président adresse les remerciements de la Société à la Commission de l'unification des filetages pour son remarquable travail.

Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS. — *Sur l'État actuel de l'industrie de l'aluminium. M. Urbain Le Verrier*, ingénieur en chef des mines, professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'École supérieure des mines, fait une conférence sur l'état actuel de l'industrie de l'aluminium.

M. le Président adresse à M. Le Verrier les remerciements de la Société pour sa très intéressante communication, et le prie d'en faire une rédaction qui sera publiée dans le *Bulletin*.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES REÇUS

MARCHENA (**R. de**), Ingénieur des Arts et Manufactures. — **Machines frigorifiques à gaz liquéfiables.** Petit in-8. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*)

L'auteur s'est proposé de condenser dans ce petit Ouvrage une étude résumée des machines frigorifiques employant comme agents des gaz liquéfiables.

Dans les deux premiers Chapitres, sont passés en revue les principaux gaz dont l'emploi a été essayé; les avantages et les inconvénients de chacun d'eux sont examinés et quelques relations importantes sont établies entre leurs différentes constantes physiques, permettant de déterminer les chaleurs latentes de vaporisation et spécifiques des corps liquéfiés.

Les chapitres suivants sont consacrés à la théorie du fonctionnement des machines frigorifiques en supposant les vapeurs constamment saturées, à l'étude des conditions et moyens à employer pour réaliser cette hypothèse, puis au calcul de la puissance frigorifique et du rendement obtenus, ainsi que des dimensions relatives des différents organes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ensuite est étudié le cas de la marche à vapeur surchauffée avec applications spéciales à l'ammoniaque anhydre et à l'acide carbonique.

L'ouvrage se termine par un exposé rapide des différents types principaux de machines à gaz liquéfiables et de leurs applications au refroidissement de l'air et à la fabrication de la glace.

SOREL (**E.**), ancien ingénieur des manufactures de l'État. — **La rectification de l'alcool.** Petit in-8. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*)

L'auteur s'est attaché à donner l'étude générale des méthodes de séparation de divers corps volatils mélangés.

Il présente l'application des formules générales à un cas des plus délicats : la rectification des alcools industriels.

Cet exemple a été choisi de préférence tant à cause de l'importance de l'industrie étudiée que parce qu'on possède toutes les données physiques nécessaires au calcul.

Après avoir, dans chaque chapitre, donné les considérations théoriques concernant le sujet qu'il traite, il s'est attaché à fournir d'après des données expérimentales la preuve de la concordance de ses théories avec les résultats pratiques.

Il nous montre ainsi à quel point l'industrie s'est rapprochée, par des tâtonnements successifs, du but théorique à atteindre, et combien sont dangereuses certaines idées répandues, simples il est vrai, mais reposant sur une interprétation fausse des lois de la vaporisation des liquides mélangés.

Nous appellerons spécialement l'attention sur la théorie générale de la rectification, sur la discussion des pertes de matière, sur la dépense de chaleur, et sur les causes d'insuccès des appareils de rectification continue.

Dans un ouvrage sur la Distillation, l'auteur achèvera de fournir les données relatives à l'alcool, qui dérivent d'ailleurs de ses études encore en cours.

ALHEILIG, Ingénieur de la Marine. — **Résistance et construction des pièces de Machines.** Petit in-8. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*)

L'auteur de l'Aide-Mémoire sur « la Résistance et la Construction des pièces de machines » a cherché à réunir dans ce volume les formules les plus propres à guider l'ingénieur dans les calculs souvent si compliqués des différentes pièces entrant dans la construction des machines à vapeur. Ni les formules qu'il a puisées dans divers auteurs, ni celles qu'il a cherché à établir, n'ont été présentées comme devant donner dans tous les cas une solution rigoureuse du problème que l'on a en vue.

L'auteur a eu bien soin, au contraire, de mettre en garde contre la tendance qu'on a souvent, après avoir calculé par une formule *consacrée*, de croire cette pièce exempte de toute avarie. Il rappelle à plusieurs reprises que les efforts exercés sur un organe qui, dans un examen sommaire, peuvent paraître extrêmement simples sont, au contraire, après une étude plus attentive, souvent reconnus très complexes, et ne peuvent être évalués exactement. Il recommande donc dans tous les cas, après avoir fait le calcul des organes par les formules qu'il indique, de ne se considérer comme satisfait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et à l'abri de toute surprise, que lorsqu'on a comparé la pièce étudiée avec d'autres pièces agissant dans des conditions analogues, et ayant fourni une bonne carrière.

Entre autres formules nouvelles, nous citerons celles par lesquelles M. Alheilig a cherché à déterminer les dimensions des bielles en tenant compte de la force d'inertie. Ces formules ne sont, il est vrai, qu'approximatives, mais elles pourront rendre, pensons-nous, quelques services, parce qu'elles tiennent compte des divers éléments qui tendent à augmenter la fatigue de ces organes, et, en particulier, du nombre de tours de la machine. Elles sont d'ailleurs d'une forme simple et faciles à appliquer.

L'auteur a également montré comment, en s'appuyant sur la théorie et la pratique, on pourrait arriver à déterminer plus exactement qu'on ne le fait généralement les dimensions des bagues de pistons, ces organes indispensables des machines qui cependant, aujourd'hui, sont encore si difficiles à bien établir.

En résumé, nous croyons l'ouvrage de M. Alheilig propre à rendre des services sérieux à tous ceux qui s'occupent de la construction des machines à vapeur.

PRUDHOMME (**M.**), ancien élève de l'École polytechnique. — **Teinture et Impression.** Petit in-8. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*)

Comme l'auteur le fait remarquer dans une courte préface, ce volume n'est pas et ne pouvait être un recueil de recettes. Le nombre de celles qu'emploient le teinturier et l'imprimeur sur étoffes est encore énorme, bien qu'il tende à diminuer tous les jours. Les recherches faites par d'habiles praticiens ou d'illustres savants sur les matières colorantes naturelles ont fixé sans conteste les conditions les plus favorables pour leur emploi.

La constitution des colorants artificiels, si nombreux et si beaux, est parfaitement établie dans l'immense majorité des cas, et permet de prévoir la manière dont ils se fixeront sur les fibres textiles. Aussi peut-on considérer actuellement les procédés d'application comme se ramenant à un certain nombre de types simples, constants et presque scientifiques. Beaucoup d'entre eux, trouvés dans le modeste laboratoire du teinturier ou de l'imprimeur sur étoffes, reposent sur des réactions chimiques nouvelles ou pleines d'originalité.

L'auteur a essayé de donner un aperçu de ces progrès.

Il commence par exposer les théories qui ont cours sur le mode de fixation des matières colorantes, suivant que la fibre est d'origine animale ou végétale; puis, il étudie la fixation des matières colorantes sur le coton, en particulier au moyen des mordants métalliques. Dans les chapitres suivants, il passe en revue les principales matières colorantes naturelles, garance et indigo, ainsi que leurs succédanés artificiels, et montre que, si les alizarines artificielles ont presque totalement remplacé la garance, l'indigo naturel ne semble pas encore près d'être détrôné. Le noir d'aniline fait le sujet d'un chapitre étendu. La formation directe des colorants azoïques sur la fibre précède une étude toute nouvelle sur l'emploi des réserves et enlevages. L'ouvrage se termine par l'étude des altérations que subissent les fibres et les tissus en présence de divers agents, et par celle de la solidité des couleurs.

En résumé, ce petit livre nous semble pouvoir remplir un double rôle : celui de *memento* pour les chimistes industriels déjà versés dans la pratique et celui de guide pour les jeunes coloristes, qui entrent dans la carrière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

JOURNAUX ET REVUES

Revue industrielle. — 6 *janvier* 1894, n° 1. — Fondations sur pilotis à grande profondeur.

13 *janvier*, n° 2. — Production du chlore et de la soude caustique par l'électrolyse.

20 *janvier*, n° 3. — Note sur une solution de la réduction de résistance à la traction des trains de grande vitesse. — Préparation du lithium métallique par l'électrolyse.

27 *janvier*, n° 4. — Presse à emboutir à leviers brisés, construits par E.-W. Bliss and C°. — Éclairage à incandescence par le gaz.

3 *février*, n° 5. — Sur les tissus incombustibles.

17 *février*, n° 7. — Béliers hydrauliques construits par *Durozoi et Cie*. — Chauffage des chaudières au charbon pulvérisé, système *Bauwert et Begmer*. — Procédé de fabrication de la cire artificielle, par *Cadaret*.

24 *février* n° 8. — Congélation des terrains aquifères par évaporation d'ammoniaque dans les tubes congélateurs. — Fabrication des tissus caoutchoutés pour vêtements.

3 *mars*, n° 9. — Pompe américaine Goulds, de *E. Salmson*.

10 *mars*, n° 10. — Grille à barreaux oscillants, système *Caddy*. — Composition chimique des diverses parties d'une même coulée de fonte, par *Morton-Stevens*.

17 *mars*, n° 11. — Sur les alliages de fer et de nickel, note de *F. Osmond*.

24 *mars*, n° 12. — Moteur domestique système Austin, construit par *E.-H. Cadiot et Cie*.

31 *mars*, n° 13. — La vapeur surchauffée et le surchauffeur *J. Grouvelle et H. Arquimbouty*. — Emploi de l'électricité pour suivre les phases des opérations métallurgiques.

7 *avril*, n° 14. — Compresseur d'air à quatre phases et à réservoir intermédiaire, construit par *Ellwall fils*. — Action du soufre sur la fonte de moulage.

14 *avril*, n° 15. — Traitement des fontes au bois, procédé *Walhard Lagénizet*. — Robinets de jauge à réglage du débit et nettoyage instantané. — Raideur des câbles en chanvre, des courroies en cuir et rendement comparatif des transmissions par câbles en chanvre et par courroies en cuir.

21 *avril*, n° 16. — L'électrolyse du sel marin et la production de la fonte et du chlore d'après le procédé de *M. Vautin*.

28 *avril*, n° 17. — Méthode électro-chimique d'observation des courants alternatifs. — Moteur à pétrole système *Knight*.

5 *mai*, n° 18. — Nouveau compteur densivolumétrique à liquides.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. JUILLET 1894

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

SÉANCE GÉNÉRALE DU 22 JUIN 1894

PRÉSIDENCE DE M. TISSERAND

PRÉSIDENT, CONSEILLER D'ÉTAT, DIRECTEUR DE L'AGRICULTURE

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale a procédé le 22 juin 1894, en séance générale, à la distribution des récompenses instituées par elle (prix et médailles).

Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Tisserand, président de la Société. A ses côtés siégeaient : M. le colonel Pierre et M. Gustave Roy, vice-présidents; MM. Collignon et Aimé Girard, secrétaires.

M. le président ouvre la séance et, dans un discours, il énumère les faits principaux qui se sont passés depuis la dernière séance générale consacrée à la distribution des récompenses.

Les récompenses sont ensuite décernées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISCOURS DU PRÉSIDENT

DISCOURS DE M. TISSERAND, CONSEILLER D'ÉTAT, DIRECTEUR DE L'AGRICULTURE, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ.

Mesdames, mes chers Collègues et Messieurs,

Dans le discours qu'il a prononcé dans la séance d'inauguration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, le 9 brumaire an X (1er novembre 1801), De Gerando, membre de l'Institut et du Conseil général de l'agriculture, s'exprimait ainsi :

« Pour seconder l'industrie dans son développement et lui donner tout l'essor dont elle est capable, trois sortes de secours sont nécessaires : les lumières de l'instruction, des encouragements sagement conçus et appliqués et l'influence générale de l'esprit public. »

Et il ajoutait :

« Sans doute, le premier moyen de favoriser l'industrie consiste à l'éclairer par l'instruction, à la délivrer des entraves de la routine, à la mettre à portée d'employer à son avantage toutes les inventions du génie ; mais, pour éclairer les industriels, il faut les réunir, les mettre en rapport avec les savants, et fonder ainsi l'alliance de la pratique et des théories. C'est donc par une association que l'instruction se prépare et se propage efficacement, par une association qui rapproche tous les résultats pour les comparer ; par une association qui, dans sa vaste étendue, puisse recueillir de toutes parts les lumières éparses, les rassembler dans un foyer, et les renvoyer avec la même rapidité dans tous les points où leur application peut être utile.

« Cependant les lumières mêmes qui aident à concevoir ne supposent pas toujours les moyens nécessaires pour exécuter. S'il importe de propager les découvertes existantes, il n'importe pas moins de provoquer les découvertes nouvelles.

« Ces découvertes exigent des recherches, des essais, des tentatives qui sont souvent au-dessus des facultés de celui qui les propose. Il faut donc aussi des encouragements, des encouragements puissants, mais sages, qui ne soient qu'une aide pour le génie, et jamais une faveur pour l'intrigue. C'est encore par une association que ces encouragements peuvent être distribués avec le plus de succès ; car les individus qui ont un intérêt plus prochain et plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

direct à une découverte sont aussi ceux qui sentent mieux le besoin de la seconder; de même, les hommes qui possèdent, à un plus haut degré, les connaissances acquises, sont également ceux qui peuvent mieux apprécier ce qui leur manque. D'ailleurs, les encouragements donnés par une société indépendante portent avec eux un plus grand caractère d'impartialité; ils sont plus efficaces, parce qu'ils sont plus justes; ils ne sont que l'expression du besoin commun et de l'intérêt social; enfin ils rehaussent le prix des récompenses pécuniaires, par le noble sentiment attaché aux récompenses de l'opinion.

« Enfin ce serait peu, disait encore De Gerando, des efforts individuels, si l'activité de l'industrie n'était entretenue par l'esprit public, cette cause féconde qui est au corps politique ce que la vie est aux productions de la nature, et dont l'influence porte partout le mouvement et la force. L'esprit public éveille le génie, enhardit les tentatives, fait valoir les résultats, décerne aux découvertes le prix sublime de la gloire.

« Seul, il peut fonder de grandes entreprises et assurer leur succès. Mais quel moyen plus propre à exciter, à entretenir, à diriger l'esprit public qu'une vaste association dans laquelle les citoyens, en se rapprochant, apprennent mieux à s'estimer, dans laquelle ils mettent en commun leurs sentiments et leurs idées, dans laquelle, s'éclairant sur leurs intérêts réciproques, ils s'engagent à les confondre dans un intérêt unique, celui de la société et de la patrie? »

Toute notre histoire, Messieurs et chers Collègues, est contenue dans ce beau et magistral programme; toutes les idées qui y sont exprimées remplissaient l'âme des hommes illustres dans toutes les branches de la science, de l'industrie, de l'agriculture, de la politique et de l'administration, qui furent les fondateurs de notre Société; elles étaient le mobile et le but de leur vie; ces hommes étaient des patriotes ayant à cœur de donner à la France, à côté de la gloire militaire qui brillait alors d'un si vif éclat, la grandeur industrielle, la prospérité de l'agriculture et le développement des bienfaits de la paix!

Ces fondateurs étaient, en effet, dans la science : Chaptal, qui fut notre premier Président et dont la personne offrait le triple symbole du savant, du praticien et de l'administrateur; Monge, Berthollet, Montgolfier, de Candolle, Coulomb, Prony, Vauquelin, etc.; dans l'industrie : Benjamin Delessert, Perrier, Ternaux, Berthoud, Laffite, Couté, Desarnod, etc.; dans l'agriculture : Cels, Sylvestre, Teissier, Huzard, Bosc, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi, dès les premiers jours de son existence, la Société d'Encouragement montra-t-elle ce qu'elle deviendrait et fut-elle accueillie avec faveur de toute part... Elle a tenu parole.

Pendant sa carrière déjà longue de près d'un siècle, la Société d'Encouragement n'a jamais failli en effet à sa triple tâche ; il n'y a pas de progrès, ni de grande découverte pendant le XIXe siècle qui n'ait été inspiré ou encouragé, ou propagé par notre compagnie, et on a pu dire, non sans raison, que l'histoire de notre Société était celle de l'industrie, celle de l'évolution des sciences appliquées à toutes les branches de l'activité humaine.

N'est-ce pas en effet à notre Société qu'appartient l'honneur d'avoir conservé à la France cette grande industrie du sucre de betterave, qui rapporte chaque année des centaines de millions à l'industrie, à l'agriculture et au Trésor public avec l'abondance et le bien-être au sein des populations?

N'est-ce pas elle qui a eu le mérite d'avoir soutenu et encouragé la distillerie agricole, le desséchement des marais, le reboisement des montagnes, la lutte contre l'oïdium, contre le phylloxera?

N'est-ce pas sous ses auspices que Philippe de Girard a inventé la filature de lin, que Guinaud a créé l'industrie du flint et du crown, que Burdin et Fourneyron ont perfectionné la turbine, Heilman, les peigneuses, et que d'autres ont pu propager les bons procédés dans la fabrication des émaux, des faïences et de la verrerie?... Je n'en finirais pas à dire tout ce dont les industries chimiques et mécaniques lui sont redevables dans leur développement et à énumérer les récompenses au moyen desquelles elle a su, à toutes les époques, distinguer, honorer les grands serviteurs de la science et de l'humanité, en signalant à la reconnaissance publique leurs découvertes et leurs travaux!...

Pendant l'année qui vient de s'écouler, Messieurs, notre Société est restée fidèle à son programme et nous sommes heureux de dire que, pas plus que ses devancières, elle n'a failli à sa triple tâche.

A la fin de l'année 1891, M. Sauvage, membre du Comité des Arts mécaniques, avait appelé l'attention du Conseil sur l'intérêt considérable qu'il y aurait pour notre industrie à réaliser une entente entre les constructeurs et les industriels, afin d'arriver à unifier et à uniformiser les divers systèmes de vis et d'écrou employés dans la fabrication des machines et dans les constructions mécaniques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société comprit immédiatement la haute portée de la communication de notre jeune et savant collègue.

Une Commission composée de notre Vice-Président, M. le colonel Pierre, toujours si actif et si vaillant quand il s'agit de rendre service, de MM. Biennaîmé, général Sebert, Sauvage et Redier qui fut plus tard remplacé par M. Richard, s'est mise à l'œuvre; et, dès le commencement de 1893, vous receviez communication d'un mémoire considérable sur l'unification du filetage, par l'auteur de la proposition, M. Sauvage; d'une note de M. Marre sur l'exécution des vis, décrivant un procédé simple de construction, et sur l'unification des jauges des fils métalliques; et enfin d'un rapport de M. Richard, au nom de la Commission du filetage, concluant à l'adoption des mesures propres à réaliser le projet dû à l'initiative de M. Sauvage.

Dans ce but, l'impression des documents a été prescrite, le tirage a été fait à 10000 exemplaires qui ont été distribués aux services publics, aux ministères, aux grandes administrations, aux ingénieurs de l'État, à tous les membres de la Société des ingénieurs civils et aux anciens élèves des Écoles d'arts et métiers, aux industriels, aux Compagnies de chemins de fer, etc. La Société demandait en échange de cette communication les observations et le concours de chacun et proposait la tenue d'une réunion où les intéressés se mettraient d'accord sur les bases de la réforme à accomplir.

La voix de la Société a été entendue!

De nombreuses réponses lui ont été adressées, notamment par le ministère de la Marine qui a donné sa pleine approbation aux études entreprises, par les grandes Compagnies de chemins de fer dont plusieurs se sont déclarées prêtes à adopter le nouveau système dès qu'il serait définitivement arrêté, par de nombreux ingénieurs des ponts et chaussées, par de grands constructeurs; un accueil favorable a été fait enfin à nos ouvertures par toutes les grandes administrations centrales et par les ministères de l'Instruction publique, du Commerce, de l'Industrie, des Colonies, de l'Agriculture et des Finances!

A l'étranger même on s'en est préoccupé; en Allemagne notre proposition a été discutée par l'Union des Sociétés des Ingénieurs qui avaient déjà, de leur côté, proposé, il y a quelques années, un système d'unification qui, en raison de ses complications, a eu jusqu'à présent peu de succès.

Les industriels suisses nous ont de leur côté adressé une note d'observations.

La Société n'a pas cru qu'il fût opportun, quant à présent, d'essayer une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entente internationale au sujet des filetages; son but est de commencer par doter la France d'un procédé simple et rationnel en laissant au temps et à la force des choses le soin de le propager par delà nos frontières comme cela s'est fait pour notre système de poids et mesures et les autres grandes réformes dues au génie français.

A la suite de la réunion du 10 avril dernier, où les représentants des grandes administrations et de nombreux industriels vinrent discuter les propositions de la Société, l'accord se fit, et la Commission a pu arrêter les termes de son rapport pour fixer les règles à suivre pour les filetages des vis et les jauges des fils métalliques.

Ce rapport est sous presse et sera libéralement distribué.

L'œuvre de la Société va donc entrer dans sa phase pratique. Plusieurs administrateurs s'occupent déjà du remplacement de leurs anciens filetages pour prendre le nouveau type uniforme.

De son côté la Commission, pour achever l'œuvre entreprise et si heureusement menée à bien, étudie par quels moyens elle pourra arriver à la création des prototypes, parfaitement établis, des nouvelles vis.

La Société d'Encouragement a acquis ainsi un nouveau titre à la reconnaissance de l'industrie, et quant à nous, Messieurs, nous croyons remplir un devoir en proclamant que le promoteur de cette importante réforme, M. Sauvage, et que tous les membres de la Commission qui l'ont aidé de leur science profonde et de leurs efforts dévoués à l'amener à bonne fin, ont bien mérité de la Société d'Encouragement.

Le Comité des Arts économiques avait à décerner cette année la grande médaille d'or portant l'effigie de l'un des plus grands hommes qui ont illustré les arts ou les sciences, aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française pendant le cours des six dernières années.

Cette haute récompense a été accordée à un illustre physicien anglais, sir William Thomson, que ses éminents services ont fait élever dans son pays à la pairie, sous le nom de lord Kelvin; les travaux scientifiques de notre lauréat, les applications qui en ont été faites dans la télégraphie, dans l'établissement des câbles qui unissent aujourd'hui si merveilleusement tous les continents, dans la construction des compas qui permettent aux vaisseaux de guerre et aux gros navires en fer du commerce de se diriger avec la plus entière sécurité sur les océans, ont acquis une célébrité universelle à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lord Kelvin et entouré son nom d'une telle auréole de gloire que la proposition du Comité des Arts économiques a été acclamée, recevant ainsi l'unanimité des suffrages de la Société.

Notre savant collègue, M. Mascart, vous dira dans son éloquent rapport tous les titres de l'homme de génie qui a pris une si large part dans les plus grandes découvertes de ce siècle.

La connaissance de la composition du sol est devenue de nos jours, pour l'agriculture, une nécessité et le seul moyen de faire une culture rationnelle.

Il faut, en effet, dans ce siècle de concurrence à outrance, que le cultivateur arrive à produire le plus possible en dépensant le moins possible ; pour cela, il lui faut savoir ce que renferme sa terre en éléments fertilisants, pour pouvoir lui donner ce qui lui manque, rien que ce qui lui manque, et en quantité suffisante pour atteindre des rendements maxima.

On a cherché depuis quelque temps à dresser des cartes agricoles par commune et par canton, portant pour les différents terrains qu'on y rencontre l'indication des éléments qui entrent dans leur composition.

On conçoit le haut intérêt qu'auraient de semblables cartes pour les agriculteurs, si, par la simple lecture de signes conventionnels bien appropriés, ils pouvaient connaître la composition exacte de leurs sols et savoir de la sorte ce qu'il faut leur administrer d'engrais complémentaires.

Notre collègue, M. Adolphe Carnot, a tracé de main de maître les conditions que doivent remplir ces cartes et la manière de les établir, et notre Société a institué un prix de 2 000 francs pour encourager ces sortes de travaux : quatre concurrents se sont présentés cette année pour se disputer cette récompense.

Votre Comité d'agriculture vous a proposé de partager le prix entre le Comice de Meaux, qui a fait exécuter une carte agricole très remarquable du canton de La Ferté-sous-Jouarre, et M. Pagnoul qui a fait, sur les terres du Pas-de-Calais, une étude des plus considérables et des plus consciencieuses ; grâce au guide sûr donné par la note de M. Carnot et grâce aux encouragements de la Société, on peut dès maintenant espérer que ces utiles travaux vont se multiplier sur tous les points du territoire et permettront d'accroître la production et la prospérité agricoles du pays.

Comme le dit dans son remarquable rapport M. Richard, au nom du Comité des Arts mécaniques, le problème de l'établissement des foyers fumi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vores est des plus importants pour l'industrie, au point de vue de l'économie du combustible et surtout pour l'hygiène et la propreté des villes où les usines se multiplient de plus en plus.

Pour favoriser ce progrès la Société d'Encouragement avait mis au concours un prix de 3000 francs.

La solution du problème n'est pas encore pleinement obtenue, mais on en approche; le foyer Dulac diminue déjà dans une forte mesure la fumée des foyers industriels, et en particulier de ceux des chaudières à vapeur; aussi la Société a-t-elle jugé son inventeur digne de recevoir le prix institué pour la découverte des foyers fumivores.

Notre Société a toujours jugé que l'étude scientifique des propriétés générales des métaux et alliages qu'emploie l'industrie était de nature à rendre de grands services; son programme de récompenses comprend à cet effet un prix de 2000 francs pour stimuler le zèle des chercheurs.

La Société l'a décerné à M. Roberts Austen, professeur à l'École des Mines de Londres, pour ses belles recherches sur le fer et l'acier appelées à ouvrir de nouvelles voies à notre industrie.

Je voudrais, Messieurs, pouvoir m'étendre encore sur le mérite de nos autres lauréats, vous parler des beaux travaux de M. Kessler sur la concentration de l'acide sulfurique, de M. Bar sur l'intéressante fabrication des paillons, de M. de Bovet sur le touage électrique, de M. Serpollet sur le générateur à vaporisation instantanée, de MM. Bollée, Digeon, Schabaver et autres...

Je voudrais pouvoir vous entretenir de l'industrie de la ville de Cholet, où le tissage à la main s'est maintenu au prix de tant d'efforts, ainsi que de la monographie présentée sur l'industrie de Guise.

Je voudrais surtout pouvoir glorifier ces vaillants et laborieux auxiliaires des patrons, qui ne sont pas seulement des vétérans du travail, mais des hommes d'élite dans leur profession et avec lesquels les problèmes sociaux, si brûlants de nos jours, seraient vite et facilement résolus.

Mais je lasserais votre patience. Messieurs les Rapporteurs des Comités vous feront d'ailleurs connaître dans un instant, mieux que je ne pourrais le faire, les travaux et les services de tous nos lauréats.

A côté des récompenses, le Président doit signaler à la reconnaissance de la Société MM. Schribaux, Ringelmann, Lezé, Lancrenon, Kayser et Le Verrier, qui ont bien voulu se rendre au milieu de nous pour nous faire de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très intéressantes communications sur les semences et les moyens d'améliorer les espèces végétales, sur la construction des machines agricoles aux États-Unis, sur l'industrie laitière au Canada, sur les maladies des vins, sur les miroirs paraboliques, sur le chauffage des trains et enfin sur l'aluminium, sur le présent et l'avenir des applications de la découverte toute française de ce corps. Vous les applaudirez, Messieurs, en souvenir de leurs services et du plaisir que vous avez eu à les entendre, quand ils viendront recevoir la médaille commémorative que le Conseil leur décerne.

Il me reste, Messieurs et chers Collègues, un dernier devoir à remplir... celui de rendre un solennel hommage à la mémoire de ceux de nos Collègues que nous avons eu la douleur de perdre pendant le cours de l'année écoulée.

La liste en est toujours trop longue, hélas !...

Le premier qui nous fut enlevé a été le marquis de Turenne, qui fit partie de la Société pendant vingt-trois ans, dont dix comme membre de la Commission des fonds, et qui, jusqu'à ce que la maladie l'ait forcé à s'éloigner de nous, avait été un collègue attentif à ses fonctions, dévoué et bienveillant pour tous.

Nous avons perdu M. Roussin, membre du Comité des Arts chimiques, décédé le 8 avril dernier. C'est au milieu de son laboratoire que M. Roussin a succombé, alors que la vigueur de sa constitution devait nous faire compter sur son concours dévoué pendant de longues années encore.

Notre regretté collègue avait pris au mouvement scientifique de la chimie moderne une part importante.

Pharmacien-inspecteur de l'armée, il s'était, dès avant sa retraite et depuis cette retraite, consacré à l'étude des matières colorantes organiques, particulièrement des matières colorantes dérivées de la naphtaline. Dans ce champ à peine exploré jusqu'alors, il avait fait de belles découvertes qui bientôt avaient trouvé, dans la chimie des couleurs, leur application pratique.

Assidu aux séances du Comité des Arts chimiques, M. Roussin apportait à nos délibérations un esprit aimable, conciliant, en même temps qu'une science éprouvée et un sage discernement. Ses collègues le regretteront longtemps, et la Société tout entière s'associera à ces regrets.

Il y a trois ans, le 22 mai 1891, la Société d'Encouragement, sur le rapport de M. Troost, décernait la grande médaille, à l'effigie de Lavoisier, à M. Ernest Solvay.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle entendait ainsi récompenser les efforts et les travaux auxquels est due la réalisation pratique de la fabrication de la soude d'ammoniaque. Ce n'est pas seulement au savant auquel sont dus les procédés sur lesquels repose cette réalisation que la récompense s'adressait alors, c'était aussi à son frère, M. Alfred Solvay, c'est-à-dire à l'administrateur habile qui, par sa persévérance, avait su vaincre tous les obstacles que rencontrait le développement de l'industrie nouvelle. Entre les deux frères, en effet, une collaboration si intime s'était établie que la part respective de l'un et de l'autre dans le succès serait bien difficile à caractériser. Cette collaboration, la mort vient de la rompre brusquement.

Alfred Solvay n'avait que 52 ans.

La perte prématurée de cet homme de bien a été pour le personnel si nombreux des usines de Solvay un deuil cruel, auquel la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale tient à s'associer aujourd'hui.

Donnons enfin, Messieurs, un dernier souvenir à MM. Jarre et Armengaud jeune, tous deux ingénieurs et membres de la Société, qui contribuèrent aussi, chacun dans sa sphère d'action, aux progrès de notre industrie.

Sorti, en 1833, le premier de l'École des arts et métiers de Châlons, Charles Armengaud débuta dans l'industrie, en s'occupant de la filature d'Haguenau, en Alsace; puis il vint se fixer bientôt à Paris, pour s'occuper, avec son frère Jacques, de diverses publications et d'un cabinet d'ingénieur pour l'étude des dessins de machines et la prise de brevets d'invention. Les ouvrages qu'il a édités successivement, en commun avec son frère, sont : l'*Industrie des chemins de fer* et le *Génie industriel*.

Plus tard, il s'occupa, avec M. Amouroux, de la publication d'un cours raisonné de dessin industriel, puis l'*Ouvrier mécanicien*, le *Formulaire de l'ingénieur* et le *Guide de l'inventeur* furent l'œuvre personnelle de Charles Armengaud. Son grand âge l'avait obligé à abandonner à son fils Jules la direction de son cabinet; mais on le trouvait toujours sur la brèche lorsqu'il s'agissait de défendre ou de discuter les questions relatives à l'application de la loi qui régit, en France, les brevets d'invention, et, en 1878, lors du congrès international de la propriété industrielle, il prit une grande part aux travaux du congrès.

Un simple accident de voiture survenu après de récents et cruels deuils de famille est venu terminer cette longue carrière. Charles Armengaud est mort à Paris, en avril 1893, dans sa quatre-vingtième année.

J'ai fini, Messieurs et chers Collègues; il me reste à vous prier, pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mon compte, de m'excuser d'avoir retenu aussi longtemps votre attention, et à vous remercier de votre bienveillance.

Mais vous aurez au moins comme moi, je l'espère, la satisfaction d'avoir pu constater que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a encore bien rempli cette année sa mission de travail et de progrès...

Notre but est humanitaire et patriotique; nous trouvons, dans le passé glorieux de notre Compagnie, de nobles et grandes traditions pour nous guider; en les suivant, en prenant pour modèles ceux qui nous ont précédés, nous serons toujours sûrs, mes chers Collègues, d'accomplir utilement notre tâche, de servir dignement notre pays, et de bien mériter des arts, de l'agriculture et de l'industrie.

GRANDE MÉDAILLE DES ARTS ÉCONOMIQUES.

Rapport *fait par* M. Mascart *sur les* titres de Lord Kelvin a la grande médaille a l'effigie d'Ampère.

Le Comité des Arts économiques a l'honneur de proposer au Conseil d'attribuer la grande médaille des arts physiques à l'effigie d'Ampère, pour l'année 1894, à Lord Kelvin (sir William Thomson), Président de la Société royale de Londres.

Les titres de Lord Kelvin sont si nombreux et si éminents qu'il n'est pas nécessaire d'en faire l'énumération; nous signalerons seulement quelques circonstances de sa glorieuse carrière.

Avant l'âge de 17 ans, étant élève à l'Université de Cambridge, M. Thomson lisait les œuvres de Fourier et publiait son premier mémoire pour répondre à des critiques sur l'exactitude d'une formule relative au développement des fonctions en série. Il se plaît à reconnaître lui-même que Fourier a été son véritable initiateur scientifique et, quand il fut nommé plus tard associé étranger de l'Académie des sciences, il me fit l'honneur de me répondre, à l'annonce de cette nouvelle, qu'il était fier d'appartenir à une Compagnie dont Fourier avait été le secrétaire perpétuel.

M. Thomson a suivi la voie de Fourier dans une longue série de travaux relatifs à la propagation de la chaleur et montré, par de nombreux exemples, que les méthodes de notre grand géomètre s'appliquaient aux questions les plus variées d'électricité, statique ou dynamique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ouvrage de Sadi Carnot sur la puissance motrice du feu vint fixer son attention en 1849. Il en saisit aussitôt toute la fécondité et contribua pour une large part à fonder cet admirable enchaînement d'idées qui constitue la thermodynamique.

En 1854, un ingénieur électricien, très autorisé dans les questions de pratique, entretenait l'Association Britannique des projets de communication électrique entre l'Angleterre et les États-Unis, en indiquant les conditions techniques du problème. M. Thomson émet des doutes sur la correction des règles proposées : quelques semaines lui suffisent pour constituer, grâce aux méthodes de Fourier, la véritable théorie de la transmission des signaux par les câbles sous-marins et il termine sa première étude par cette conclusion mémorable : « Nous pouvons être sûrs d'avance que le télégraphe américain réussira »; il donne en même temps les règles de construction et le calcul numérique de la durée de la transmission des signaux. A la suite d'une discussion dans les journaux scientifiques, le praticien qui l'avait soulevée renonce à la lutte; confiant dans l'autorité scientifique du jeune professeur de Glasgow, il vient lui déclarer que la société fondée pour l'établissement d'un câble transatlantique accepte sa direction et lui propose d'être son ingénieur-conseil.

M. Thomson se met à l'œuvre, imagine de nouveaux procédés de transmission, en même temps que tous les appareils nécessaires à la réception des signaux, ainsi que l'ensemble des méthodes à employer pour vérifier l'état électrique du cable immergé, reconnaître la nature et la position des défauts qu'il peut présenter.

Les quelques dépêches expédiées par le premier câble de 1856 furent une éclatante démonstration de l'exactitude des principes adoptés. On conçoit alors que la rupture si rapide de ce câble, désormais historique, n'ait pas découragé les financiers qui soutenaient une œuvre aussi gigantesque. Le succès définitif vint ensuite et le gouvernement de la Reine répondit au sentiment public en décernant un titre de noblesse au véritable chef de cette entreprise, qui est devenu Sir William Thomson.

Si les océans sont aujourd'hui traversés en tous sens par des câbles électriques réunissant les peuples civilisés des deux mondes, on doit en rendre hommage à l'homme de génie qui joint à la connaissance approfondie des sciences mathématiques les qualités d'un habile physicien et le sens pratique d'un ingénieur.

Il n'est pas inutile d'ajouter que les instruments imaginés dès le début

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour cette application nouvelle de la télégraphie, servent encore aujourd'hui, sans modification notable, après 37 années d'expérience.

C'est aussi une circonstance particulière, le goût personnel de la navigation, qui appela l'attention de Sir William Thomson sur les questions qui intéressent la marine.

Le développement des navires en fer rendait singulièrement difficile l'emploi des compas ordinaires et toutes les méthodes de correction devenaient illusoires. A la surprise générale des marins, Sir William Thomson montre qu'il faut changer entièrement les règles adoptées pour la construction des boussoles et substituer aux aiguilles lourdes aimantées au maximum des aiguilles très légères avec une aimantation très faible, de manière à réaliser autant que possible un aimant infiniment petit, auquel cas l'action du fer doux des navires peut être compensée par des masses de fer de dimensions modérées. Les compas Thomson sont maintenant adoptés par les marines de guerre et les paquebots de commerce du monde entier.

L'approche des terres devient surtout dangereuse lorsque la brume empêche de voir les repères de la côte. La sonde Thomson permet encore au capitaine de faire une série de sondages rapides en pleine marche et de rectifier ainsi sa direction par la comparaison des fonds observés avec les cartes hydrographiques.

Dans le même ordre d'idées, je citerai également l'appareil destiné à tracer graphiquement la courbe des marées de l'avenir, pour un point quelconque du globe, à l'aide d'un petit nombre de données recueillies antérieurement, dont on déduit les coefficients et les phases des différents termes périodiques.

L'ensemble de ces travaux sur les communications de peuple à peuple et sur la sécurité de la navigation place le nom de Sir William Thomson parmi ceux des bienfaiteurs de l'humanité.

Je suis obligé de passer sous silence nombre de mémoires plus abstraits sur la mécanique du globe, la dissipation de l'énergie dans le système du monde, la conservation de la chaleur solaire, les relations qui existent entre les propriétés générales des corps, leur constitution moléculaire, la structure possible du milieu qui propage la lumière, etc., auxquels on doit ajouter l'ouvrage magistral publié avec la collaboration de M. Tait sous le titre de *Traité de Philosophie naturelle*. Sir William Thomson a abordé tous les grands problèmes, mais c'est surtout dans les questions d'électricité et de magnétisme que son influence a été plus manifeste.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a été l'éducateur de notre temps. Il a renouvelé les théories, transformé le matériel scientifique, ouvert des voies imprévues, provoqué l'adoption d'un système logique d'unités de mesures et contribué pour une part inappréciable aux progrès de l'électricité industrielle. A l'époque de la construction des premiers câbles sous-marins, on a pu dire que la science de l'électricité était dans les ateliers plutôt que dans les chaires d'enseignement supérieur. Une véritable révolution s'est accomplie lentement; si les générations qui nous suivent en ont tout le profit, elles en connaissent moins l'origine.

Il y a quelques années, Sir William Thomson a été élevé au rang de pair d'Angleterre, sous le titre de Lord Kelvin of Largs. Profitant de la faculté laissée au dignitaire de choisir sa nouvelle appellation, il a pris le nom du ruisseau (Kelvin) qui longe l'Université de Glasgow, où il a voulu rester professeur depuis l'âge de 22 ans, et celui de la petite ville (Largs) à l'embouchure de la Clyde qu'il habite pendant la belle saison. Avec quelque regret de voir disparaître le nom illustre de Sir William Thomson, le monde scientifique accueillit la nouvelle de cette haute distinction par un assentiment unanime.

La médaille que nous offrons à Lord Kelvin ne peut rien ajouter à sa gloire. Nous espérons cependant que le souvenir d'Ampère est digne de la relever à ses yeux et que, sous ce patronage, il appréciera un témoignage de notre profonde admiration.

PRIX FOURCADE 1894

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 1 000 francs.

Parmi les vétérans de l'industrie chimique auxquels est destiné le prix Fourcade, il en est peu certainement qui soient aussi dignes d'intérêt que l'ouvrier auquel ce prix est décerné aujourd'hui; la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, en tous cas, n'en connaît aucun dont les mérites soient plus grands.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Dauchet (Louis) est né à Amiens au mois de février 1824; il a par conséquent soixante-dix ans révolus; et depuis cinquante-trois ans on l'a vu, sans interruption, attaché aux travaux de la fabrique de produits chimiques d'Amiens, fabrique qui, appartenant jadis à M. Cartier, fait depuis quarante et un ans partie des établissements Kuhlmann.

Il n'avait que dix-sept ans lorsqu'il entrait à l'usine; et c'est en qualité d'aide-plombier qu'il y faisait ses débuts. Mais bientôt ses qualités ouvrières, son attachement au travail, son exactitude, sa bonne conduite appelaient sur lui l'attention de ses chefs et c'est à la fabrication même qu'il était attaché.

Successivement, et sans quitter l'usine d'Amiens, M. Dauchet y a occupé presque tous les postes pénibles ou difficiles. C'est par la fabrication des cristaux de soude qu'il a commencé; de là, il est passé au lessivage de la soude, à la condensation de l'acide chlorhydrique; puis pendant vingt-cinq ans, ouvrier habile, il est resté aux fours à soude, exécutant manuellement ce travail si dur que l'emploi des fours tournants d'abord, la fabrication de la soude à l'ammoniaque ensuite, devaient plus tard faire disparaître.

En dernier lieu enfin, et depuis douze ans, la conduite si délicate des alambics dans lesquels a lieu la concentration de l'acide sulfurique, lui a été confiée. Il occupe encore ce poste aujourd'hui; et, malgré ses soixante-dix ans, malgré ses cinquante-trois ans de services, c'est toujours avec la même assiduité, avec la même ponctualité que son travail est conduit.

Toujours prêt aux appels qu'on lui adresse M. Dauchet rend d'ailleurs, en dehors de son travail régulier, de nombreux services à la fabrication. C'est à lui que toujours on demande de diriger ou d'exécuter les besognes périlleuses : nettoyage des chambres de plomb, du Glover, des carneaux de fours, etc. Jamais il n'a mérité une punition ni perdu un jour de travail; toujours dévoué et soumis à ses chefs, il jouit en même temps auprès de ses camarades de la plus haute estime : c'est en un mot le modèle des ouvriers honnêtes et laborieux.

Ce sont de bien beaux titres que ceux que je viens de rappeler; ils honorent à la fois l'ouvrier qui a su les conquérir et les chefs d'industrie qui, par leurs qualités dirigeantes, ont su les préparer, et c'est chose consolante que d'avoir à signaler de semblables mérites, au milieu des incertitudes et du trouble de l'heure présente.

Aussi est-ce avec une grande satisfaction que la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, répondant aux intentions des fondateurs du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prix Fourcade, décerne ce prix, pour 1894, à M. Louis Dauchet, ouvrier attaché depuis cinquante-trois ans à l'usine de produits chimiques d'Amiens.

Signé : AIMÉ GIRARD, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait, par* M. GUSTAVE RICHARD, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le* PRIX RELATIF AUX FOYERS INDUSTRIELS FUMIVORES.

Prix de 3000 francs.

Le problème de l'établissement des foyers fumivores est des plus importants au point de vue de l'économie des combustibles, et surtout au point de vue de l'hygiène et de la propreté des villes, où les machines et chaudières à vapeur se multiplient de plus en plus, non seulement pour le service des industries mécaniques proprement dites, mais aussi pour celui des stations électriques, des grands hôtels et des groupes de maisons.

Mais ce problème est des plus difficiles; aussi, bien qu'à l'étude depuis l'origine des machines à vapeur, n'a-t-il encore reçu aucune solution générale et véritablement pratique.

Malgré les échecs de ses nombreux prédécesseurs, un ingénieur dont les travaux sur les chaudières vous sont déjà connus, *M. Dulac*, n'a pas hésité à aborder ce problème; et il est parvenu, après de coûteuses recherches, poursuivies avec méthode et persévérance, à réaliser un type de foyer qui, s'il ne résout pas complètement et définitivement la question — ce qui est peut-être impossible — lui a, du moins, fait faire un progrès notable. Les foyers Dulac, dont il sera donné au Bulletin une description complète, reposent, en effet, sur des principes rationnels, appliqués à l'aide de moyens ingénieux, dont quelques-uns nous ont paru nouveaux, et qui assurent à ces appareils un fonctionnement facile, régulier, durable, économique et réellement fumivore, ainsi que l'ont démontré l'emploi de ces foyers dans plusieurs installations, notamment à l'usine municipale des Eaux à Bercy.

En outre, le foyer Dulac peut facilement, et sans grande dépense, s'appliquer à presque tous les types de chaudières.

En conséquence, la Société, sur la proposition du Comité des Arts méca-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

niques, décerne à M. Dulac le prix de 3000 francs, institué « pour *un appareil* diminuant dans une forte mesure la fumée des foyers industriels et, en particulier, de ceux des chaudières à vapeur ».

Signé : GUSTAVE RICHARD, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. JORDAN, *au nom du Comité des Arts chimiques, sur le livre intitulé :* TRAITÉ DES GITES MINÉRAUX ET MÉTALLIFÈRES, *par* MM. FUCHS *et* DE LAUNAY.

Prix de 2 000 francs.

Comme le disait au début de ses leçons un ancien professeur d'exploitation des mines, M. Amédée Burat, la géologie a été fondée par les mineurs afin de servir de guide pour la recherche et l'exploitation des minéraux utiles. Elle a réuni tous les faits relatifs à l'étude des terrains et du groupement des minéraux ; elle a précisé plus ou moins complètement les conditions de leurs gisements, les lois qui ont réglé leurs rapports et leur distribution ; elle cherche même à définir leur origine, afin de mieux aider le mineur dans ses travaux. Mais si les applications de la géologie à l'art des mines sont certainement les plus anciennes et présentent une importance dominante, elles ne sont pas les seules. Les applications de la géologie à l'agriculture, pour définir la nature minérale des roches qui composent le sol et le sous-sol, déterminer la position relative de ces roches, qui peuvent souvent s'amender les unes par les autres, faire apprécier le régime des eaux souterraines, etc., ne sont pas moins intéressantes. Les études géologiques jouent encore un rôle important dans tous les grands travaux publics, qu'il s'agisse de l'établissement de grands systèmes d'irrigation ou de la construction de voies de communication aquatiques ou terrestres. Aussi le domaine des applications de la géologie, de la *géologie appliquée*, comme Burat l'a appelée il y a plus de quarante ans, a-t-il une étendue beaucoup trop considérable pour qu'un professeur ou un auteur puisse l'embrasser tout entier dans le programme d'un cours ou d'un livre. Burat l'avait bien essayé autrefois dans un ouvrage qu'il avait intitulé : *Géologie appliquée.* Quoiqu'il se fût contenté de rester dans les généralités de son sujet, en le résumant beaucoup sans aborder les détails pratiques réels, l'intérêt de son travail pour le public peut s'apprécier par ce fait que, publié en 1re édition vers 1845, il avait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'honneur d'une 5e édition en 1870, avec le sous-titre de : *Traité du gisement et de la recherche des minéraux utiles*, cette portion de la géologie appliquée absorbant en effet la majeure partie de l'ouvrage. Cependant le livre de Burat, pour ce qui concerne les minéraux utiles, ne renfermait pas et renferme bien moins encore aujourd'hui les renseignements détaillés et pratiques qui sont nécessaires aux personnes occupées maintenant de recherches ou d'exploitation de substances minérales.

En 1879, notre très regretté collègue le sympathique et éminent M. Fuchs créa, à l'École des mines, un cours de *géologie appliquée*, définie par lui « l'application des connaissances géologiques à la recherche et à la mise en exploitation des substances minérales utiles ». Malgré la limitation de son programme à ces applications spéciales de la géologie, M. Fuchs, pour son enseignement conçu dans un esprit tout nouveau, avait encore un champ des plus vastes : il montrait pour la première fois, comme le dit son ancien élève et successeur M. de Launay, le parti à tirer des connaissances géologiques les plus élevées pour l'appréciation et la mise en valeur des gîtes minéraux et métallifères. Son programme comportait l'étude successive de chacune des substances utiles renfermées dans l'écorce du globe, la description de ses principaux gisements méthodiquement classés, l'examen théorique et scientifique de leur mode de formation, et en même temps un résumé des questions industrielles que comporte son extraction. M. Fuchs professait avec toute l'abondance d'informations que lui assuraient et sa longue expérience et les nombreux voyages qu'il accomplissait dans toutes les parties du monde.

Pendant dix ans, jusqu'à sa mort en 1889, il ne cessa de perfectionner son enseignement et de le mettre au courant des découvertes nouvelles. Les élèves qui ont pu profiter de ses leçons témoignent de leur haut intérêt et de la richesse des informations qu'elles contenaient : beaucoup d'entre eux l'avaient pressé de les publier, et il eût certainement cédé à leur désir si une fin bien inattendue ne fût venue empêcher la réalisation de ce projet.

Heureusement pour ses anciens élèves comme pour tous les ingénieurs qui s'occupent d'exploitations minérales, les notes et les documents recueillis par M. Fuchs ont été conservés, et ils ont été confiés par sa veuve à son successeur à l'École des mines, M. de Launay, qui, ainsi qu'il le dit dans la préface de l'ouvrage dont nous nous occupons, a considéré à la fois comme un hommage à la mémoire de son ancien maître et comme un service à rendre aux ingénieurs, d'utiliser ces documents en réalisant, par une collabo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ration posthume, l'ouvrage que la mort n'avait pas permis à M. Fuchs d'écrire.

M. de Launay était tout spécialement préparé pour écrire le *Traité des gîtes minéraux et métallifères;* de nombreux voyages personnels dans la plupart des contrées de l'Europe, en Asie Mineure, en Algérie, lui avaient permis de réunir aussi une riche collection de matériaux, sans parler de ceux que sa connaissance des littératures spéciales française et étrangères mettait encore à sa disposition. Il les a utilisés dans un véritable esprit scientifique, avec l'expérience pédagogique que donne la pratique du professorat, comme aussi avec la connaissance réelle des besoins du public spécial d'ingénieurs auquel il s'adresse. La tâche n'était cependant point aisée dans un sujet aussi vaste, où le point de vue scientifique et théorique ne doit pas faire oublier le côté pratique et économique, où un travail énorme de compilation et de coordination doit être effectué avec un esprit critique toujours en éveil pour le choix des exemples et l'appréciation des renseignements venant d'autrui. M. de Launay l'a accomplie avec tout le succès possible, sans se dissimuler, nous dit-il, que son travail peut renfermer encore bien des lacunes ou incorrections, et en sollicitant de ses lecteurs les moyens de les réparer.

Pour la division de son sujet, M. de Launay a adopté, avec raison suivant nous, l'ordre même dans lequel les corps simples, métalloïdes et métaux, se suivent dans les cours de chimie, au lieu de l'ordre géographique suivi par Cotta de Freyberg dans ses célèbres *Leçons sur les gisements de minerais*, ou de l'ordre par nature ou âge géologique des gîtes adopté par von Groddeck dans son *Traité des gîtes métallifères*. Il entre de suite en matière, en prenant successivement chacun des métalloïdes et des métaux qui présentent un intérêt industriel. Pour chacun, il étudie méthodiquement :

1° Sa nature, ses propriétés physiques et chimiques, ses usages pratiques, ses principaux centres de production, sa valeur approximative;

2° La description de ses gisements, comprenant :

Historique;

Géologie générale de la région;

Géologie propre du gisement;

Méthodes d'exploitation, d'élaboration et de transport;

Données statistiques et commerciales;

3° Sa bibliographie spéciale.

M. de Launay n'a laissé en dehors du cadre de son travail, véritable com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendium, comme on voit, de géologie industrielle et économique, que les combustibles minéraux proprement dits, qu'il considère comme un sujet spécial d'une trop grande importance pour y trouver place, et les eaux minérales, dont l'étude, bien qu'appartenant à la géologie appliquée, ne rentre pas dans celle des gîtes minéraux proprement dits.

Sept chapitres sont consacrés aux métalloïdes (carbone, silice et silicates, bore, soufre, sélénium et tellure, famille du chlore et phosphore, azote, et nitrates), et trente chapitres aux métaux (potassium, lithium, sodium, calcium, magnésium, barium, strontium, aluminium, fer, manganèse, chrome, nickel, cobalt, vanadium, titane, étain, bismuth, tungstène, molybdène, uranium, antimoine, arsenic, cuivre, zinc, cadmium, zirconium et autres métaux rares, plomb, mercure, argent, or, platine et métaux associés).

Ces chapitres sont naturellement d'importance fort variée : si quelques-uns, comme par exemple ceux relatifs au carbone, au fer, au plomb, absorbent plus de 200 pages, d'autres, comme ceux relatifs au lithium, au vanadium, etc., sont beaucoup plus brefs. Tous renferment les cartes géologiques, les coupes, les plans de mines nécessaires à l'intelligence du texte, et qui sont répandus en grand nombre dans les deux volumes de mille pages chacun qui constituent le beau livre de MM. Fuchs et de Launay. Une introduction renferme une table géographique des gisements par pays, renvoyant aux chapitres compétents, une bibliographie régionale et, en outre, une bibliographie des ouvrages généraux sur les gîtes métallifères, sans parler de tables de matières et d'index alphabétiques soigneusement établis et précieux pour les ingénieurs qui ont à se servir de l'ouvrage. Il est réellement impossible en le parcourant de ne pas rester émerveillé et reconnaissant à M. de Launay de la somme énorme de travail qu'il a mise à la disposition de ses élèves et de ses confrères dans l'art des mines.

Le *Traité des gîtes minéraux et métallifères* est un livre dont le besoin se faisait depuis longtemps sentir dans notre littérature scientifique et industrielle. Ce vaste tableau des richesses minérales du monde entier, présenté avec la clarté, la sobriété et la méthode qui sont l'apanage spécial des savants français, a reçu du public compétent, non seulement chez nous, mais aussi à l'étranger, l'accueil empressé et distingué qu'il était aisé de prévoir, étant connues la réputation et la science de ses auteurs. Il ne paraît pas douteux que M. de Launay trouve dans des éditions ultérieures le moyen de satisfaire au désideratum de perfection énoncé dans sa préface, en complétant, en corrigeant, en maintenant à jour, avec les concours qu'il réclame et qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne lui feront pas défaut, l'important ouvrage dont il est maintenant le seul responsable.

Votre Comité des Arts chimiques, Messieurs, a pensé que le *Traité des gîtes minéraux et métallifères par MM. Fuchs et de Launay* est au premier chef une publication utile à l'industrie métallurgique, et il vous propose, Messieurs, de lui allouer un prix de 1 000 fr. à prélever sur la somme de 2 000 fr. mise dans ce but à sa disposition pour 1894.

Signé : S. JORDAN, *rapporteur.*

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. AIMÉ GIRARD, *au nom du Comité des Arts chimiques sur* L'OUVRAGE DE M. CHAPEL, INTITULÉ : LE CAOUTCHOUC ET LA GUTTA-PERCHA.

Prix de 2 000 francs.

M. Chapel, ancien fabricant d'objets en caoutchouc, secrétaire de la chambre syndicale des caoutchoucs, de la gutta-percha, etc., a récemment enrichi la littérature technologique de notre pays d'un ouvrage aussi intéressant au point de vue de l'instruction générale qu'utile au point de vue de la pratique industrielle.

Ce livre nous manquait; intitulé par son auteur : *Le Caoutchouc et la Gutta-Percha*, il vient combler, de la façon la plus heureuse, une regrettable lacune.

Avec une compétence que garantit la profession qu'il a pendant plusieurs années exercée avec succès, M. Chapel aborde, dans cet ouvrage, sous une forme originale et toute personnelle, les divers points de vue qu'offre à l'esprit l'industrie si intéressante et si curieuse des transformations du caoutchouc

Après avoir, dans un rapide historique, rappelé les premiers pas de la matière nouvelle à travers le monde industriel, après l'avoir suivie de progrès en progrès avec Goodyear, avec Hancock, etc., M. Chapel, dans le second chapitre de son livre, aborde la question de l'origine, de la récolte et des caractères physiques des variétés si nombreuses de caoutchouc qu'apportent sur le marché l'Amérique, l'Afrique et l'Asie.

Dans cette partie, la plus développée, la plus curieuse et la plus instructive de son livre, l'auteur résume et met en lumière les documents généralement peu connus qu'ont rapportés divers explorateurs des contrées dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lesquelles l'*Hevea guianensis*, les *Landolphia*, les *Vehea*, les *Ficus*, etc., fournissent le latex résineux dont la coagulation produit le caoutchouc.

Les procédés suivis par les habitants souvent sauvages de ces contrées pour récolter le lait de caoutchouc et le solidifier sont décrits par lui suivant un mode aussi précis que pittoresque.

Chemin faisant, il nous montre l'habileté avec laquelle ces primitifs falsifient le produit récolté et en augmentent le poids au moyen de graviers, de fragments de bois, etc.

Habitué au commerce de ces produits, il en indique avec précision les caractères extérieurs, la forme, la disposition, et il apporte ainsi à l'acheteur des garanties que personne ne lui avait fournies jusqu'ici.

A cette description succède une étude, aussi complète que le permet l'état actuel de la science, des propriétés et de la composition du caoutchouc. Nombre de faits nouveaux y sont passés en revue, et l'on y remarque en outre des reproductions photographiques, obtenues sous le microscope, du latex, du caoutchouc et des produits de sa transformation.

Dans la quatrième partie du livre de M. Chapel, le fabricant se retrouve tout entier. Avec soin il expose les procédés mécaniques et chimiques à l'aide desquels le caoutchouc est manufacturé, tels qu'il les a pratiqués lui-même, tels qu'il les a vu pratiquer chez ses confrères; des tours de main élégants, ingénieux et peu connus d'ailleurs y sont décrits en détail pour la fabrication des menus objets. Des figures nombreuses accompagnent le texte et nous montrent, non seulement les machines et les outils que ces transformations exigent, mais encore les produits auxquels elles aboutissent.

C'est en un mot le véritable manuel du fabricant.

Une étude rapide de l'industrie de la gutta-percha, des considérations générales sur le rôle économique et commercial de l'industrie du caoutchouc et de la gutta-percha terminent enfin le beau volume in-8°, de près de 600 pages, que M. Chapel a consacré à cette industrie.

C'est à des ouvrages de ce genre, à des ouvrages originaux et spéciaux à la fois que pensait certainement la Société lorsqu'elle décidait qu'en 1894 un prix de 2000 francs (susceptible de partage) serait donné à des publications utiles à l'industrie chimique ou métallurgique, publications qui d'ailleurs ne seraient admises au concours que si leurs auteurs avaient fait preuve d'une compétence personnelle.

Tel est certainement le cas de l'ouvrage qu'a récemment publié M. Cha-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pel sous le titre : *Le Caoutchouc et la Gutta-Percha*, ouvrage auquel la Société décerne, sur le prix de 2 000 francs, une part de 500 francs.

Signé : Aimé Girard, *rapporteur*,

PRIX DES ARTS CHIMIQUES

Raprort *fait par* M. H. Le Chatelier, *au nom du Comité des Arts chimiques, sur le* prix proposé pour une étude sur les propriétés des alliages métalliques.

Prix de 2 000 francs.

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, pénétrée de l'importance des services que rendrait à la métallurgie l'étude scientifique des propriétés générales des métaux et alliages, a fondé un prix de 2 000 francs pour encourager les recherches de cette nature. Elle a décerné une première fois cette récompense à M. Osmond pour son étude magistrale sur les transformations allotropiques du fer ; elle la décerne aujourd'hui pour la seconde fois à M. Roberts Austen, professeur à l'École des mines et chimiste à la Monnaie royale de Londres. Cette récompense vise d'abord les travaux bien connus de M. Roberts Austen sur les alliages d'or, mais plus particulièrement encore ses recherches récentes sur le fer et l'acier, qui ont été effectuées sous les auspices de l'Institut des ingénieurs-mécaniciens. Non content d'avoir fait connaître en Angleterre les travaux de notre compatriote M. Osmond, le savant professeur de Londres a su intéresser à la continuation de ces travaux deux puissantes sociétés industrielles, l'Institut des ingénieurs-mécaniciens et l'Institut du fer et de l'acier. Un comité de recherches, nommé par la première de ces sociétés, a confié à M. Roberts Austen le soin de poursuivre l'étude expérimentale des nouvelles propriétés du fer, découvertes par M. Osmond. Les premiers résultats obtenus ont été résumés, d'année en année, dans trois rapports consécutifs qui ont été traduits pour le Bulletin de notre Société et qui ont fait l'objet d'un rapport spécial du Comité des Arts chimiques.

En raison des services que rendront à l'industrie française ces études sur les propriétés du fer et de l'acier, la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale décerne à M. Roberts Austen le prix de 2000 francs.

Signé : H. Le Chatelier, *rapporteur*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX D'AGRICULTURE

RAPPORT *fait par* M. RISLER, *au nom du Comité d'Agriculture, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR LA MEILLEURE ÉTUDE SUR LA CONSTITUTION DES TERRAINS D'UNE DES RÉGIONS DE LA FRANCE.

Prix de 2 000 francs.

Quatre concurrents se sont présentés cette année pour le prix ainsi défini : « 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. »

I

M. Pagnoul, membre correspondant de l'Institut et directeur de la Station agronomique d'Arras, nous envoie une étude très remarquable sur les terres arables du Pas-de-Calais. Cette étude contient, avec quelques recherches spéciales sur les terres arables en général, les résultats de 404 analyses de terres, « représentant, dit l'auteur, les territoires de 69 communes assez convenablement réparties sur la surface du Pas-de-Calais ».

Toute la partie relative à ces analyses est parfaite : les méthodes employées sont irréprochables et leurs résultats sont des documents précieux pour les agriculteurs du département. Pour chaque terre, on donne des détails sur son état de culture, les engrais ou amendements qu'elle a reçus, la surface approximative qu'elle occupe dans la commune, la profondeur de la couche arable, la nature du sous-sol, et puis on ajoute ordinairement pour l'ensemble de la commune des indications sur les formations géologiques auxquelles appartiennent ces terres. Malheureusement M. Pagnoul n'avait à sa disposition, du moins je suis porté à le croire d'après ce qu'il dit à la page 55, que la grande carte géologique de la France d'Élie de Beaumont et Dufrenoy. S'il avait eu sous les yeux les belles cartes géologiques détaillées (au 80 millième) que le corps des mines nous a faites pour une grande partie de la France, et qui sont depuis longtemps achevées pour le nord-ouest, il aurait pu étudier avec plus de précision les rapports entre la composition des terres et celles des formations sur lesquelles elles reposent ou desquelles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elles dérivent; il aurait sans doute pris plus de confiance dans ces rapports et n'aurait pas dit que « la carte géologique et la carte agronomique diffèrent absolument dans leurs formes, dans le but qu'elles doivent atteindre, et dans les renseignements qu'elles sont appelées à fournir » (Page 38).

Il est, au contraire, de plus en plus admis aujourd'hui, comme l'a montré notre collègue, M. Adolphe Carnot, dans un rapport très complet, très clair, présenté à la Société nationale d'Agriculture, que la meilleure carte agronomique est une carte géologique détaillée, et elle sera d'autant meilleure comme carte agronomique qu'elle sera plus détaillée.

La plus grande partie du Pas-de-Calais a une constitution géologique très simple et que nous retrouvons à peu près dans la Somme, l'Oise, la Seine-Inférieure et même dans un certain nombre de départements au sud de la Seine. Pour la décrire, il n'est pas besoin d'avoir recours à ces longues nomenclatures de fossiles qui remplissent les livres de géologie; on peut même se contenter des termes locaux que les cultivateurs emploient pour désigner les différentes natures de terres et qui, chose remarquable, correspondent exactement aux divers étages géologiques. La *craie* qui forme la base générale de la contrée et qui affleure sur les flancs de la plupart de ses vallées ou vallons s'appelle *marne* ou *marnette*, ce qui indique à la fois sa nature calcaire et l'emploi qu'on en fait comme amendement. L'*argile à silex* qui la recouvre immédiatement se nomme *bief* ou *terre biefeuse*. Au-dessus de ce bief, on trouve souvent, à la surface des plateaux de l'Artois, le *limon quaternaire* que les gens du pays appellent aussi *limon* ou *terre à briques*. Quelquefois ce limon repose sans aucun intermédiaire sur la craie, et, lorsqu'il a une certaine épaisseur, il forme ainsi les meilleures terres à betteraves.

Sur les bords et dans le fond des vallées, les terres désignées sur les cartes géologiques détaillées comme *dépôts meubles des pentes*, ainsi que les *alluvions*, sont évidemment formées par un mélange des précédentes. Sur les bords de la mer, il faut distinguer de ces alluvions les alluvions marines et les dunes, et sur la limite nord du département, on trouve une bande d'argile des Flandres. De plus, il y a autour de Boulogne une protubérance dans laquelles les couches jurassiques et le grès vert ont été soulevés, mais cet îlot dont les caractères agricoles offrent un contraste si frappant avec ceux des terrains crétacés et tertiaires qui l'entourent est, comme celui du pays de Neufchâtel, une preuve de plus en faveur des rapports intimes qui lient l'agriculture à la géologie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme composition chimique, le limon et l'argile à silex se ressemblent beaucoup; ils sont assez riches en potasse, mais pauvres en chaux et en acide phosphorique. Mais ils diffèrent au point de vue physique : l'argile à silex est plus froide, plus imperméable, plus difficile à cultiver que le limon; les betteraves s'y bifurquent et conviennent moins à la fabrication du sucre; c'est pour cela que les terres de limon sont généralement rangées dans la 1re classe du cadastre et les terres bieffeuses dans la 2e ou la 3e. La plupart des limons sont cultivés depuis longtemps, mais une grande partie des terres bieffeuses étaient restées en bois. On en a défriché passablement il y a une cinquantaine d'années et peu à peu on les a améliorées. Le taux d'azote qu'elles contiennent (presque toujours supérieur à 1 pour mille et souvent à 1,5 pour mille) montre que cette culture est généralement excellente.

Pour les limons, comme pour les argiles à silex l'amélioration principale consiste dans le marnage qui se pratique facilement au moyen de la craie sous-jacente et qui leur fournit à la fois de la chaux et de l'acide phosphorique. En effet, quelques-uns de ces bancs de craie contiennent, comme on le voit par les analyses de M. Pagnoul jusqu'à 4, 5 et quelquefois même 7 pour mille d'acide phosphorique. Néanmoins certaines terres de limon et d'argile à silex du Pas-de-Calais ne sont pas encore assez riches en acide phosphorique et il faudrait y employer des superphosphates.

Pour la potasse, M. Pagnoul a adopté le chiffre de 2,5 pour mille que M. Joulie a proposé comme minimum nécessaire. Les seules terres qui ne le contiennent pas sont des craies, des calcaires jurassiques du Boulonnais et quelques alluvions sablonneuses du bord de la mer.

II

La seule chose qui paraît défectueuse dans le mémoire de M. Pagnoul est, au contraire, celle qui fait le mérite principal du deuxième travail que j'ai eu à examiner, celui de M. Gatellier, président, et de M. Duclos, chimiste de la Société d'Agriculture de Meaux. Ce travail se compose des cartes agronomiques des dix-neuf communes du canton de la Ferté-sous-Jouarre et d'un rapport dans lequel M. Duclos explique les méthodes qu'il a suivies pour faire ces cartes, pour recueillir des échantillons types des terres qu'elles représentent, pour en faire les analyses et représenter les résultats de ces analyses d'une manière facile à comprendre pour les cultivateurs; à la fin il indique les conclusions qu'on peut en tirer pour l'emploi des engrais.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes ces cartes ont été faites sous la direction de M. Gatellier, président de la Société d'Agriculture de Meaux, ingénieur des mines et cultivateur, savant géologue et praticien également distingué. Il compte peu à peu faire celles de toutes les communes de l'arrondissement.

Les plus difficiles à faire sont celles des communes dont le territoire, comme celui de la Ferté-sous-Jouarre, par exemple, est traversé par la vallée de la Marne. Cette vallée a entamé, souvent jusqu'à l'argile plastique, toutes les formations tertiaires qui les recouvrent, en assises à peu près parallèles pour former les plateaux de la Brie où elles sont quelquefois couvertes par des limons quaternaires.

Toutes ces formations affleurent sur les bords de la vallée en bandes plus ou moins larges et plus ou moins recouvertes par les éboulis des terrains supérieurs, suivant que les pentes sont plus ou moins douces. Puis au fond de la vallée on trouve des alluvions formées par l'ensemble de tous ces terrains et par la craie que la Marne a traversée avant d'arriver dans le département de Seine-et-Marne. Évidemment, si le doute élevé par M. Pagnoul sur la possibilité de faire des cartes agronomiques au moyen des cartes géologiques était justifié, MM. Gatellier et Duclos auraient échoué dans leur tentative. Mais bien au contraire il résulte, disent-ils, de l'examen des 331 échantillons de terres analysés dans le canton de la Ferté-sous-Jouarre :

1° Que dans une même couche géologique, la nature physique des terres est identique à peu d'exceptions près ;

2° Que la composition chimique des sols offre de grandes analogies dans les mêmes couches, fussent-elles très distantes les unes des autres, et montre des différences excessivement accusées dans des couches voisines, mais de formation différente.

On peut en conclure que si l'épreuve faite dans le canton de la Ferté-sous-Jouarre a bien réussi, elle réussira à plus forte raison dans les pays dont la constitution géologique est plus simple, par exemple dans les communes qui se trouvent en pleine Brie ou sur les plateaux de l'Artois, ou du pays de Caux, etc.

Les cartes faites pour le canton de la Ferté-sous-Jouarre sont des modèles qui sont dignes d'être imités partout.

Ainsi le travail de MM. Gatellier et Duclos et celui de M. Pagnoul se complètent en quelque sorte.

Inférieur aux deux premiers mémoires au point de vue scientifique et ne répondant pas aussi bien qu'eux à la question mise au concours, le 3e, celui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de M. Vassilière, sur *les Landes Girondines*, a cependant beaucoup de mérite au point de vue pratique.

Votre Comité d'Agriculture a donc l'honneur de vous proposer d'accorder :

Un prix de 1 500 francs à M. Pagnoul;

Un prix de 500 francs à la Société d'Agriculture de l'arrondissement de Meaux.

Signé : RISLER, *Rapporteur.*

PRIX DU COMMERCE

RAPPORT *fait par* M. G. ROY, *au nom du Comité de Commerce, sur le* PRIX PROPOSÉ POUR UNE ÉTUDE ÉCONOMIQUE D'UN CENTRE INDUSTRIEL EN FRANCE.

Prix de 2 000 francs.

Deux études sur deux centres d'industries bien différents sont présentées à la Société d'encouragement et viennent prendre part au concours que vous avez ouvert; la première s'occupe de l'industrie dont la ville de Cholet est le centre et vous montre l'ouvrier aux prises avec les difficultés que crée la concurrence, le tissage à la main luttant péniblement contre le tissage mécanique; les syndicats ouvriers organisant eux-mêmes leurs sociétés de secours mutuels, une caisse des retraites, une association coopérative de consommation. Le second Mémoire s'occupe du groupe industriel bien connu, fondé à Guise par M. Godin.

L'auteur du Mémoire relatif à Cholet fait l'histoire de cette industrie, l'une des plus anciennes de France, née dès le XVe siècle : elle se développe et reçoit une vive impulsion sous l'administration vigilante de Colbert. Les tisserands du groupe de communes dont Cholet est le centre s'étaient fait une spécialité du tissage des mouchoirs; ils y avaient acquis une grande habileté; ils fabriquaient quelques autres tissus et étaient en grande prospérité quand survint la Révolution. Prise par les vendéens, reprise par les républicains, la ville fut abandonnée par ses habitants, les campagnes étaient dévastées, les ouvriers furent dispersés; on ne reprit le travail que sous l'Empire, et jusqu'en 1848 les affaires de ce centre industriel marchaient à souhait. A partir de cette époque elles n'ont cessé de décliner; le tissage mécanique venait prendre la place du tissage à la main, l'Alsace,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les Vosges et Rouen établissaient les mouchoirs et autres tissus dans des conditions de bon marché avec lesquelles ne pouvait lutter le pauvre tisserand, et l'histoire de ce groupe de Maine-et-Loire pourrait prendre pour titre : Grandeur et décadence de l'industrie choletaise.

Les ouvriers ont continué à travailler et tissent encore des mouchoirs à la main, ils n'ont pu se décider à abandonner le métier de leurs ancêtres, tant est grande la force de l'habitude ; les salaires sont très réduits, plusieurs fois on s'est mis en grève pour obtenir des entrepreneurs de tissage une amélioration : il a été accordé peu de choses, et l'ouvrier, sentant que par suite de la concurrence il ne pouvait avoir davantage, s'est résigné et les salaires sont peu rémunérateurs.

L'auteur du Mémoire qui vous est soumis estime de 6 à 8 millions la valeur des produits fabriqués dans ce groupe industriel. Le fonctionnement commercial y est resté le même qu'il y a cent ans : des fabricants livrent le fil aux ouvriers qui tissent les mouchoirs et autres articles moyennant une façon déterminée et vendent ces produits au commerce.

On a établi dans ce pays quelques tissages mécaniques, mais le tissage à la main subsiste encore ; l'ouvrier se trouve dans de mauvaises conditions hygiéniques : le type de ses maisons est à peu près uniforme : une chambre où couche le tisserand, une cave dans laquelle il travaille afin d'obtenir une température constante et un degré hygrométrique nécessaire pour éviter la casse des fils. Combien sont différentes les conditions de la grande industrie où les ouvrières tisseuses travaillent dans de vastes salles, bien aérées, chauffées à la vapeur, éclairées à l'électricité et dans lesquelles l'humidité nécessaire au tissage est entretenue grâce aux procédés que la science met à la disposition de l'industrie. Combien sont différents aussi les salaires, et cependant le tisserand choletais continue, résigné, sa fabrication peu lucrative ; il tient à sa petite maison, à son petit jardin, à son indépendance. Il a tâché d'améliorer son sort par des institutions de prévoyance, une société de secours mutuels et une société de prévoyance dont nous trouvons dans cette monographie les statuts et les comptes, et aussi une société coopérative d'alimentation qui n'est pas en pleine prospérité.

Le Mémoire relatif à l'industrie de Cholet, ne réalise pas complètement les conditions du programme tracé par le concours ; mais à raison des détails intéressants qu'il contient sur l'une de nos plus anciennes industries, le Comité de Commerce propose d'allouer à son auteur une somme de 1 000 francs à prélever sur le montant du prix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au Mémoire sur l'usine de Guise, le Comité de Commerce croit devoir faire observer que bon nombre des renseignements qu'il contient ont déjà trouvé place dans les écrits du fondateur, M. Godin, et de M. Bernardot, qui a succédé à ce dernier dans la gérance. En outre, l'usine, connue sous le nom de *Familistère*, constitue une œuvre individuelle plutôt qu'un centre industriel, dans le sens que le programme du concours attache à ce mot; œuvre assurément très originale, digne d'être louée sous certains rapports, mais nullement assimilable à l'organisation industrielle que le concours a eu en vue. Enfin, par cela même, le système pratiqué à Guise ne saurait être présenté comme un type pouvant être adopté dans la généralité des usines et proposé comme exemple. Par ces motifs, le Comité de Commerce estime que les conditions du concours ne sont pas réalisées par le Mémoire sur Guise, tout en reconnaissant les efforts laborieux et le mérite de son auteur.

Signé : G. Roy, *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	Artigues.	Davanne.	Papier photographique dit de velours.
2	Bar.	Simon.	Fabrication de paillons.
3	Bollée.	Général Sebert.	Machines à calculer.
4	Bovet (de).	Fontaine.	Touage électrique.
5	Digeon.	Hirsch.	Ensemble de travaux.
6	Kessler.	Aimé Girard.	Concentration de l'acide sulfurique.
7	Londe.	Davanne.	Appareil de chronophotographie.
8	Schabaver.	Tresca.	Ensemble de travaux.
9	Serpollet.	Hirsch.	Générateur à vaporisation instantanée.
10	Simon (André).	Imbs.	Traduction du *Traité de la fabrication de la bonneterie* de Franz Reh.
11	Vachon (Marius).	Gruner.	Ouvrage sur l'Exposition de Saint-Etienne en 1891.
		MÉDAILLES DE PLATINE	
	MM.	MM.	
1	Faucheur.	G. Roy.	Ouvrage sur la Chambre de commerce de Lille et l'industrie linière.
2	Fromholt.	Tresca.	Outils diamantés.
		MÉDAILLES D'ARGENT	
	MM.	MM.	
1	Ducos du Hauron.	Davanne.	Images dites anaglyphes.
2	Engelmann.	Léon Appert.	Décoration du verre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
		MÉDAILLES D'ARGENT (*suite*).	
	MM.	MM.	
3	Gavrelle.	Général Sebert.	Appareil cryptographique.
4	Kestner.	Biver.	Appareil élévateur de liquides.
5	Leroy.	Davanne.	Collaborateur de M. Londe.
6	Michotte.	Simon.	Traité de la ramie.
7	Satre.	Hirsch.	Surchauffeur de vapeur.
8	Schlœsing fils.	Imbs.	Mémoire sur les propriétés hygroscopiques des matières textiles.
9	Schmidt.	Général Sebert.	Chronomètre.

Les Secrétaires de la Société,

Ed. COLLIGNON. Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

AIMÉ GIRARD. Membre de l'Institut.

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES

DÉCERNÉES POUR LES INVENTIONS UTILES OU LES PERFECTIONNEMENTS DANS LES ARTS INDUSTRIELS

Extraits des rapports des différents comités

(Voir le tableau I)

MÉDAILLES D'OR

1. Procédé de photographie au charbon sans transport, par M. Artigues.

La photographie dite au charbon ou aux matières colorantes inaltérables, dérivée des travaux de Poitevin, n'a pas encore reçu la consécration générale de la pratique, parce qu'elle nécessite l'opération délicate d'un transport d'image qu'il faut le plus souvent répéter deux fois. M. Artigues, par une méthode et une préparation nouvelles, évite tout transport de l'épreuve, celle-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ci est imprimée et développée sur le papier sensible qui lui sert de support, et l'image obtenue reproduit toutes les finesses et toutes les intensités du négatif qui sert à la produire.

L'adoption de ce procédé aura certainement une influence marquée sur l'extension si désirable de la photographie inaltérable, aussi la Société d'Encouragement décerne à M. Artigues une médaille d'or.

2. Fabrication des paillons métalliques, par M. JEAN BAR.

M. Jean Bar a su outiller son importante usine de Rantigny de manière à développer dans notre pays la fabrication très française *des paillons métalliques*, à exporter ses produits en Allemagne et à évincer du marché indien des concurrents redoutables surtout par le bon marché de la main-d'œuvre.

Ces heureux résultats motivent la haute récompense que la Société d'Encouragement décerne à M. J. Bar.

3. Machine à calculer, par M. LÉON BOLLÉE.

M. Léon Bollée a imaginé et construit une machine à calculer, basée sur des principes nouveaux et qui exécute automatiquement, dans des conditions remarquables, les calculs les plus compliqués, en opérant sur des nombres qui peuvent avoir jusqu'à 20 chiffres en total.

Il a créé également une série d'ingénieux appareils de calcul plus simples qui peuvent rendre d'utiles services dans un certain nombre de cas et il construit des machines destinées spécialement aux Compagnies de chemins de fer et aux grands magasins qui exécutent tous les calculs relatifs aux distributions de billets, aux recettes et aux ventes.

La Société d'Encouragement, sur le rapport du Comité des Arts économiques, décerne à M. Léon Bollée une médaille d'or pour ces savantes et remarquables inventions.

4. Touage électrique, par M. A. DE BOVET.

M. de Bovet a présenté à la Société des appareils à adhérence magnétique fort intéressants; le principe consiste dans l'emploi d'un électro-aimant circulaire agissant soit sur une armature circulaire, soit sur une chaîne en fer ou une corde sabotée. A la valeur de l'appareil, qui réside dans la forme rationnelle des pièces, s'ajoute un caractère de nouveauté qui en augmente le mérite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La première série d'appareils est relative aux embrayages qui fonctionnent avec une grande facilité et qui se prêtent à n'importe quelle allure; la seconde est représentée par le bateau magnétique de touage qui est la plus importante de toutes les applications réalisées par M. de Bovet.

En raison des résultats remarquables obtenus par cet inventeur, la Société lui accorde une médaille d'or.

5. **Ensemble des travaux** de M. Digeon constructeur à Paris.

M. J. Digeon, constructeur à Paris, a présenté récemment à la Société deux appareils fort intéressants : un fourgon dynamométrique et un pont à bascule pour locomotives. Le fourgon dynamométrique a pour objet de fournir les coefficients dynamiques dont on a besoin dans les services des chemins de fer, à savoir : les relations qui existent entre la vitesse, les conditions de la voie et les efforts de traction. M. Digeon a résolu ce problème, extrêmement difficile, à l'aide d'appareils fort ingénieux et remarquablement combinés et exécutés. L'un de ces fourgeons dynamométriques est en service sur les lignes de la Compagnie de l'Ouest français, qui en fait un usage journalier et s'en montre complètement satisfaite.

Deux autres voitures semblables ont été fournies à des Compagnies étrangères.

Le pont à bascule est destiné à faciliter et à rendre rapide l'opération si longue et si fastidieuse du réglage des ressorts des locomotives; dans les ponts à bascule ordinaires, les pesées sont données par les déplacements d'un contrepoids sur le bras d'une romaine, à la suite de tâtonnements assez longs; dans l'appareil de M. Digeon, la charge qui pèse sur le plateau de la bascule se lit immédiatement et sans tâtonnement sur un cadran; ce résultat est obtenu très simplement à l'aide d'un contrepoids, immergé partiellement dans un liquide, et dont la perte de poids est proportionnelle à l'immersion.

M. Digeon est d'ailleurs bien connu par les nombreux et remarquables modèles, appareils de démonstration, d'expérimentation et autres qui peuplent les galeries de nos écoles techniques et de nos établissements d'enseignement scientifique et industriel.

La Société d'Encouragement, sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, décerne à M. Digeon une médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6. Concentration de l'acide sulfurique, par M. Kessler.

M. Kessler, fabricant de produits chimiques à Clermont-Ferrand, a récemment appliqué à la concentration de l'acide sulfurique un procédé nouveau qui, adopté dès aujourd'hui par la pratique industrielle, doit être regardé comme réalisant un progrès considérable.

Aux cornues de verre et aux alambics de platine chauffés par-dessous M. Kessler a substitué un appareil fait de pierre inattaquable par l'acide, construit d'après les principes généraux des rectificateurs d'alcool, mais dans lequel la concentration du liquide s'obtient en multipliant les contacts de l'acide avec les gaz chauds que fournit la combustion du coke dans un foyer extérieur, gaz qu'appelle à travers cet appareil un aspirateur à vapeur placé à l'autre extrémité.

Les résultats dus à l'emploi de ce nouveau système sont remarquables, ils aboutissent à la production, pour une dépense moindre que par le passé, d'un acide concentré à 98 p. 100 d'acide réel, tel en un mot que le réclament aujourd'hui un grand nombre d'industries.

Pour reconnaître l'importance de ces résultats, la Société d'Encouragement décerne à M. Kessler une médaille d'or.

7. Appareil de photochronographie, par M. Londe.

M. Londe, directeur du service photographique à l'hospice de la Salpêtrière, a inventé et fait construire, pour répondre aux besoins de ce service, un appareil photochronographique destiné à l'enregistrement et à l'étude de tous les mouvements rapides, lents, réguliers, ou intermittents. L'appareil obéit exactement à la volonté de l'opérateur; les services qu'il peut rendre ne se bornent pas aux études médicales et scientifiques, ils s'étendent également aux études artistiques. La photographie des mouvements vrais, de leur ensemble, de leur succession, apporte en effet aux artistes des documents qu'il leur serait impossible d'obtenir sans ce genre d'appareil.

M. Londe a tenu à reconnaître la part active de collaboration qui revient à M. Leroy, mécanicien, dans la construction délicate de cet appareil.

La Société d'Encouragement décerne une médaille d'or à M. Londe et une médaille d'argent à M. Leroy, son collaborateur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

8. Construction de machines, par M. SCHABAVER, mécanicien à Castres.

M. Schabaver, constructeur mécanicien à Castres, ancien élève des Écoles d'arts et métiers et ancien préparateur du cours de mécanique appliquée aux arts au Conservatoire des arts et métiers, s'occupe depuis plus de trente ans de la construction de turbines hydrauliques et a remplacé successivement un grand nombre d'installations primitives que l'on rencontrait dans les Pyrénées pour l'utilisation de chutes d'eau au moyen de roues à cuve de construction très rustique.

M. Schabaver a rendu de grands services dans la région du Midi, là où les ateliers de construction de machines étaient encore peu nombreux, lors de l'extension des ateliers de Castres, créés primitivement par M. Delpech pour la construction des pompes castraises.

En raison des grands et longs services rendus par M. Schabaver dans la région du Midi de la France et des installations mécaniques nombreuses qu'il y a faites, la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale décerne à M. Schabaver une médaille d'or.

9. Générateur à vaporisation instantanée, par M. SERPOLLET.

Parmi les nombreux problèmes qui se présentent dans les grandes cités modernes, l'un des plus importants est celui des transports en commun; c'est aussi l'un des plus difficiles. A l'étranger, ces transports se font le plus souvent aujourd'hui à l'aide de tramways à traction mécanique. A Paris, on en est demeuré jusqu'ici à la traction animale qui ne donne cependant que des résultats absolument insuffisants; il est vrai qu'ici, la question se hérisse de difficultés extrêmes dues à des exigences toutes spéciales; les tentatives de traction par la vapeur, par l'eau surchauffée, par les câbles funiculaires, par l'électricité, etc., ont été successivement abandonnées ou n'ont donné que des succès partiels.

M. Serpollet a essayé d'appliquer à la traction des tramways le système de générateurs qu'il a imaginé. On sait que la chaudière Serpollet se compose de tubes en acier aplatis, offrant une section intérieure très minime. Ces tubes sont conjugués en faisceau, plongés dans les flammes et fumées du foyer, et parcourus par l'eau d'alimentation et par la vapeur qui s'en dégage.

Une chaudière de ce système est installée sur la plate-forme d'une voiture

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de tramway, et envoie la vapeur à une petite machine, qui actionne les roues à l'aide de chaînes de Galle.

Les essais que l'on a faits ont été très satisfaisants. La chaudière, ne contenant qu'une quantité d'eau extrêmement minime, ne présente aucun danger au point de vue des explosions; la manœuvre est simple, sûre, et bien dans la main du conducteur; grâce à certaines précautions ingénieusement combinées, il n'y a ni émission de vapeur ou de fumée, ni odeurs désagréables, ni chute d'escarbilles; le système est à la fois très puissant et très élastique; il permet de remorquer, en outre de la voiture sur laquelle il est monté, une et, au besoin, deux autres voitures, même sur les plus fortes rampes du réseau parisien. Enfin, et c'est là un point capital en pareille matière, le poids de l'appareil moteur est faible; il ne dépasse guère le quart du poids d'une voiture ordinaire.

Il y a là une tentative intéressante, et qui mérite d'être encouragée. D'autre part, l'invention très originale de M. Serpollet, l'habileté et la persévérance qu'il a apportées à en développer le principe sont assurément dignes des récompenses de la Société. C'est pourquoi, sur la proposition de son Comité des Arts mécaniques, elle a attribué à M. Serpollet une médaille d'or pour l'application des générateurs de son système à la traction des voitures de tramways.

10. Traduction du traité de la fabrication de la bonneterie de Franz Reh, par M. André Simon.

M. André Simon a fait une excellente traduction d'un ouvrage technologique allemand, sur les métiers à bonneterie, qui résume des renseignements et des descriptions jusqu'ici inédits dans cette mesure sur les machines intéressant une fort importante branche d'industrie.

La difficulté spéciale de cette traduction, son utilité pour l'industrie française, et les travaux analogues antérieurs de M. A. Simon ont été jugés par votre Comité des Arts mécaniques dignes d'être récompensés par une médaille d'or.

11. L'exposition industrielle et artistique de Saint-Étienne, ouvrage publié par M. Marius Vachon.

La belle publication de M. Marius Vachon fait vivre, devant les yeux mêmes de ceux qui n'ont point eu le loisir de la visiter, l'exposition industrielle et artistique de Saint-Étienne en 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'une lecture agréable, cet ouvrage présente un mérite plus élevé; il montre ce que l'énergique volonté d'une population active et intelligente a fait d'une bourgade située dans une vallée au climat rude et d'abords difficiles. Il rappelle l'origine de tous ces chefs d'industrie, fils de leurs œuvres, travailleurs acharnés et durs à eux-mêmes qui, par leur seul mérite, ont créé ces merveilleux rubans, ces armes de précision, tous ces produits métallurgiques si parfaits, dont la renommée s'est étendue bien au delà des limites de notre pays.

A une époque où volontiers on se reprend à parler de castes et de classes, il était utile et salutaire de faire ressortir tout ce qu'a pu réaliser la constante persévérance de ces hommes du peuple, de ces montagnards qui, descendus pauvres de leurs villages, sont devenus les créateurs de ces grandes industries, la richesse et la gloire de la grande cité stéphanoise et de la France entière.

Sur la proposition du Comité de Commerce, le Conseil accorde une médaille d'or à M. Marius Vachon.

MÉDAILLES DE PLATINE

1. Histoire de l'industrie linière, par M. FAUCHEUR.

M. Faucheur, membre de la Chambre de commerce de Lille, envoie à la Société d'Encouragement un livre dans lequel il fait l'histoire de l'industrie linière et montre la part que la Chambre de commerce de Lille a prise à son développement : votre Comité de Commerce, après avoir pris connaissance de l'ouvrage de M. Faucheur, a émis l'avis d'en faire le dépôt à votre bibliothèque et de remercier l'auteur en lui offrant la médaille de platine de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

2. Outils diamantés, par M. FROMHOLT, ingénieur-mécanicien.

M. Fromholt a présenté à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un procédé de sertissage des diamants dans les blocs d'acier et toute une série de machines employant ces outils sous la forme de scies circulaires ou rectilignes ou de pièces rotatives armées de ces diamants enchâssées dans les porte-outils.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La fabrication de ces porte-diamants et le procédé de sertissage imaginé par M. Fromholt sont entrés dans la pratique industrielle courante, ainsi qu'a pu le constater votre rapporteur, et la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale décerne à M. Fromholt une médaille de platine.

MÉDAILLES D'ARGENT

1. Images stéréoscopiques *dites* Anaglyphes, par M. Ducos du Hauron.

M. Ducos du Hauron a cherché et obtenu l'effet stéréoscopique, non comme on l'obtenait précédemment en présentant à chacun de nos yeux les images séparées que chacun d'eux doit percevoir, mais en imprimant ces deux images l'une sur l'autre au moyen de couleurs complémentaires, l'une en rouge clair, l'autre en bleu verdâtre; le résultat de ces deux impressions superposées est confus, mais si on regarde ces images avec des verres de coloration appropriée, l'un rouge, l'autre bleu, l'œil armé du verre rouge ne voit plus que l'épreuve bleu verdâtre qui paraît brune; celui qui est armé du verre bleu ne voit que l'épreuve rouge, également brune, et de l'ensemble résulte une image stéréoscopique unique de teinte neutre.

Cette méthode rendra plus simple l'examen d'images stéréoscopiques dont les dimensions dès lors ne sont plus limitées, elle pourra avoir des applications très intéressantes dans l'industrie des impressions, aussi la Société d'Encouragement décerne à M. Ducos du Hauron une médaille d'argent.

2. Décoration du verre, par M. Robert Engelmann.

M. R. Engelmann, imprimeur lithographe à Paris, a présenté à la Société un mode de décoration du verre basé sur l'emploi d'un procédé nouveau d'application et de cuisson des couleurs vitrifiables analogue au procédé par impression qui est employé pour la porcelaine et la faïence. Il parvint à vaincre les difficultés spéciales inhérentes au mode même d'application des couleurs sur un corps aussi difficile à cuire que le verre, et le succès couronna ses efforts persévérants. Chaque année il livre aux peintres verriers et aux metteurs en plomb des quantités importantes de verres décorés faits dans d'excellentes conditions comme perfection et comme prix. Aussi le Conseil de la Société, voulant reconnaître les mérites de cette invention, décerne à M. R. Engelmann une médaille d'argent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3. **Appareil cryptographique**, par M. GAVRELLE.

M. Gavrelle a imaginé un appareil cryptographique disposé sous forme de cadran portatif et qui présente une disposition commode et pratique. Cet appareil facilite l'écriture et la lecture des dépêches chiffrées et permet, par d'ingénieuses combinaisons, d'en assurer le secret.

La Société d'Encouragement lui décerne, pour cet appareil, une médaille d'argent.

4. **Appareils élévateurs de liquides**, par M. PAUL KESTNER.

M. P. Kestner a imaginé une nouvelle disposition d'appareils automatiques pour élever les acides au moyen de l'air comprimé; ce nouvel appareil fonctionne d'une manière économique et donne un rendement presque théorique en diminuant notablement les pertes d'air.

Le Conseil de la Société, sur la proposition du Comité des Arts chimiques, décerne une médaille d'argent à M. P. Kestner.

5. **Appareil photo-chronographique**, par M. LEROY.

Médaille de collaborateur. (Voir 7° M. LONDE, p. 399.)

6. **Traité de la Ramie**, par M. FÉLICIEN MICHOTTE.

Le *Traité de la Ramie*, de M. Félicien Michotte, résume utilement les travaux antérieurs et fournit de nouvelles observations sur la culture de la plante, les divers systèmes de décortication de la tige, les procédés de dégommage de la fibre. L'intérêt de cet ouvrage justifie la médaille d'argent que la Société d'Encouragement décerne à l'auteur.

7. **Surchauffeur de vapeur**, construit par M. SATRE, ingénieur-constructeur, à Lyon.

M. Henri Sâtre, ingénieur-constructeur, à Lyon, a présenté à la Société un surchauffeur de vapeur imaginé par MM. Dusert et Epêche, constructeurs-mécaniciens à Mâcon.

Le problème qu'ont essayé de résoudre MM. Dusert et Epêche est un des plus importants de ceux que soulève le fonctionnement des appareils à vapeur. Il a donné lieu à de nombreuses tentatives; elles ont, en général,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

échoué, à cause de la difficulté de modérer le degré de surchauffe, de manière à ne pas décomposer les lubrifiants des pièces frottantes.

La solution a été rendue plus facile par la découverte des huiles minérales, et leur emploi de plus en plus répandu pour le graissage des organes mécaniques. Ces huiles, peu décomposables par la chaleur, sont beaucoup moins sensibles que les lubrifiants organiques aux effets de la vapeur surchauffée. Restait à combiner les organes propres à produire le surchauffage. Les dispositifs imaginés par MM. Dusert et Epêche semblent bien répondre au but proposé ; ils sont simples, robustes, peu susceptibles d'altération. Les résultats constatés par expérience sont très favorables.

La Société, sur les propositions de son Comité des Arts mécaniques, attribue une médaille d'argent à M. Sâtre pour le *surchauffeur de vapeur du système Dusert et Epêche*, qu'il a construit et expérimenté.

8. Expériences et mémoire relatifs à la détermination des propriétés hygroscopiques des diverses fibres textiles, par M. Th. Schlœsing fils.

M. Schlœsing fils a repris les expériences de M. Chevreul sur l'étude des facultés hygroscopiques des fibres textiles, en les contrôlant, et en y apportant une plus grande précision, notamment au sujet de l'influence des variations de la température.

Ces études expérimentales et l'excellent mémoire les résumant et précisant les coefficients pratiques qui en résultent, ont été jugés par votre Comité des Arts mécaniques bien dignes d'être récompensés par une médaille d'argent décernée à leur auteur, M. Schlœsing fils.

9. Chronographe, par M. Schmidt.

M. Schmidt a mis à profit le mode de mouvement du spiral moteur des chronomètres pour construire un chronographe portatif, affectant la forme générale d'un chronomètre, et qui permet de mesurer commodément et avec précision de très petits intervalles de temps délimités par la rupture de circuits électriques, comme ceux que l'on a à déterminer pour la mesure de la vitesse initiale des projectiles.

La Société d'Encouragement décerne une médaille d'argent à M. Schmidt pour cet ingénieux appareil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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, pour marquer l'intérêt avec lequel elles ont été accueillies.

Ces médailles sont remises à :

MM. Schribaux, séance du 18 juillet 1893. — Falsifications des semences agricoles et moyens de les réprimer. — Séance du 9 mars 1894. — Variétés améliorées de grande culture.

Ringelmann, séance du 10 novembre 1893. — Sur l'agriculture à Chicago.

Lezé, séance du 24 novembre 1893. — Sur la laiterie à l'Exposition de Chicago. — Séance du 13 avril 1894. — Sur les appareils pour la filtration des liquides.

Sciama, séance de 8 décembre 1893. — Projecteurs à miroirs paraboliques. — Séance du 11 mai 1894. — Turbine à vapeur de M. de Laval.

Langrenon, séance du 22 décembre 1893. — Chauffage des trains de chemins de fer.

Kayser, séance du 9 février 1894. — Maladies des vins.

Le Verrier, séance du 25 mai 1894. — État actuel de l'industrie de l'aluminium.

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	Boisseuse (Auguste).	33	Ouvrier limeur à la *Compagnie générale des Omnibus*, à Paris.
2	Bomme (Edouard).	31	Brigadier-ajusteur aux *ateliers de Mohon, Compagnie des chemins de fer de l'Est.*
3	Boulanger (Jean-Baptiste). . . .	34	Ouvrier chaudronnier à la *Société des anciens Etablissements Cail*, à Paris.
4	Boutane (Pierre).	41	Brigadier-peintre aux *ateliers de Lyon-Mouche, Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M.*, à Oullins.
5	Brochet (Antoine).	46	Ouvrier mineur à la *houillère de Bezenet, Compagnie des forges de Châtillon et Commentry.*
6	Bruneteau (Mme) Julie.	39	Ouvrière aux *Papeteries du Marais et de Sainte-Marie*, au Marais.
7	Carreau (André).	45	Ouvrier forgeron à la *houillère de Saint-Eloy, Compagnie des forges de Chatillon et Commentry.*
8	Chappuis (Claude).	30	Ouvrier cisailleur chez M. *Carnaud*, manufacturier, à Billancourt.
9	Charbonnier (Etienne).	49	Ouvrier à la *houillère de Doyet, Compagnie des forges de Châtillon et Commentry.*
10	Coirat (Claude).	35	Ouvrier riveur à l'*usine Chameroy*, à Lyon.
11	Delangh (Auguste).	29	Contremaître à la *fabrique de bois durci de M. Latry*, 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	Demay (François)	30	Mécanicien hors classe à la *Compagnie des chemins de fer de l'Ouest*, à Rennes.
13	Domart (Jean-Baptiste).	40	Mécanicien-chauffeur à la *Manufacture de produits chimiques d'Amiens* (Etablissements Kuhlmann).
14	Douine (Louis).	32	Ouvrier ajusteur aux *ateliers de Montargis, Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.*
15	Epry (Louis-Victor)	31	Ouvrier en instruments de précision chez M. *Portier*, fabricant, à Paris.
16	Gaillard (Mme) Hortense. . . .	39	Ouvrière aux *Papeteries du Marais et de Sainte-Marie*, au Marais.
17	Gourdon (Florentin).	37	Ouvrier ajusteur aux *ateliers d'Oullins, Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.*
18	Guerry (Barthélemy).	38	Conducteur de machine chez M. *Louis Danthon*, manufacturier, à Bourganeuf.
19	Guillaumin (Pierre)..	48	Ouvrier forgeron à l'*usine de Commentry, Compagnie des forges de Châtillon et Commentry.*
20	Guintrand (Marius)..	57	Ouvrier tourneur en bois chez M. *Mouton*, fabricant de chaises, à Marseille.
21	Hénot (Pierre-Alidore).	20	Contremaître chez M. *Vayson*, manufacturier, à Abbeville.
22	Joutel (Joseph).	33	Veilleur de nuit à la *Compagnie générale des Omnibus*, à Paris.
23	Kiffeurt (Mme) Elisa.	33	Ouvrière décalqueuse à la *Faïencerie de Choisy-le-Roi.*
24	Klein (Michel).	31	Contremaître à la *Société des anciens établissements Cail*, à Paris.
25	Lassalle (Jean).	30	Surveillant d'usine chez M. *Carnaud*, manufacturier à Billancourt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
26	Lavail (François).	30	Contremaître à la *fabrique de papier à cigarettes de M. Pierre Bardou-Job*, à Perpignan.
27	Lecocq (Charles).	43	Contremaître chez M. *Jardin-Blancoud*, graveur, à Paris.
28	Ligier (Émile).	26	Contremaître chez M. *Lefranc et Cie*, fabricants de couleurs et vernis, à Paris.
29	Lorsonneur (Mme) Aglaé	42	Ouvrière aux *papeteries du Marais et Sainte-Marie*, au Marais.
30	Louvrié (Henri).	38	Brigadier-menuisier, aux *ateliers de Nîmes, Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M.*, à Nîmes.
31	Mazars (Auguste).	34	Ouvrier fondeur à la *Société des anciens établissements Cail*, à Paris.
32	Modot (Jean-Baptiste).	34	Ouvrier tourneur aux *ateliers de Nîmes, Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée*, à Nîmes.
33	Passereau (Louis).	34	Ouvrier à la *Faïencerie de Choisy-le-Roi*.
34	Petit (Louis).	35	Contremaître chez MM. *Jardin et Blancoud*, graveurs, à Paris.
35	Pilard (Antoine)	31	Chef d'équipe à la *Société des anciens établissements Cail*, à Paris.
36	Piquet (Jean-Baptiste).	33	Ouvrier ajusteur aux *ateliers de Dijon, Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée*, à Dijon.
37	Poncet (Antoine).	40	Ouvrier raboteur aux *ateliers d'Oullins, Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M.*, à Oullins.
38	Regnoux (Julien)	48	Ouvrier puddleur à l'*usine de Saint-Jacques, Compagnie des forges de Châtillon et Commentry*, à Montluçon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
39	Robert (Joseph).	46	Ouvrier aux *établissements Parent jeune et Cie* (fabrique de colles), à Givet.
40	Rousset (Pierre).	34	Ouvrier à la *Faïencerie de Choisy-le-Roi*.
41	Sannier (Louis).	36	Ouvrier à la *Faïencerie de Choisy-le-Roi*.
42	Schaeffer (François).	42	Ouvrier ébéniste chez M. *Sansfaute*, fabricant de meubles, à Paris.
43	Thumont (Victor)..	34	Ouvrier extracteur d'argile, à Donnemarie-en-Montois.
44	Vernisy (Toussaint)	33	Ouvrier forgeron à la *Société des anciens établissements Cail*, à Paris.
45	Vilmet (Mme) Onésime.	44	Ouvrière délisseuse aux *Papeteries du Marais et de Sainte-Marie*, au Marais.
46	Vincent (Mme) Louise.	30	Ouvrière doreuse sur bois chez M. *Oulié fils*, doreur, à Paris.
47	Warlouze (Auguste).	41	Ouvrier tourneur à la *Société des anciens établissements Cail*, à Douai.

Les Secrétaires de la Société,

Ed. COLLIGNON.
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

AIMÉ GIRARD.
Membre de l'Institut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTREMAITRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS MANUFACTURIERS ET AGRICOLES

(Voir tableau II)

1. Boisseuse (Auguste)

M. Boisseuse, âgé de 67 ans, compte 33 ans et 10 mois de service à la Compagnie générale des Omnibus de Paris. Il est employé comme ouvrier limeur; il s'est constamment fait remarquer par sa bonne conduite et son assiduité au travail.

2. Bomme (Édouard-Charles)

M. Bomme, né le 11 février 1817 à Saint-Omer (Pas-de-Calais), est entré au service de la Compagnie des chemins de fer de l'Est le 30 avril 1862, où il est actuellement employé comme brigadier-ajusteur aux ateliers de Mohon (Ardennes). Depuis 31 ans qu'il est à la Compagnie il s'est toujours montré actif, intelligent et dévoué.

3. Boulanger (Jean-Baptiste)

M. Boulanger, né à Autun (Saône-et-Loire), le 16 septembre 1831, est employé en qualité de chaudronnier dans les ateliers des anciens Établissements Cail, à Paris, où il est entré le 7 juin 1860. C'est un très bon ouvrier, qui compte ainsi 34 ans de service et qui a su s'attirer l'estime de ses chefs par son travail et sa bonne conduite.

4. Boutane (Pierre)

M. Boutane, né le 22 décembre 1835, est brigadier-peintre aux ateliers de Lyon-Mouche. Entré d'abord aux ateliers d'Arles le 13 août 1849, il en est sorti le 4 mai 1853 pour y rentrer du 25 janvier 1854 au 10 février 1857; puis il est passé aux ateliers de Lyon-Mouche le 21 avril 1859. Depuis 41 ans qu'il est à la Cie de Paris-Lyon-Méditerranée, il s'est toujours fait remarquer par son exactitude, sa conduite irréprochable et sa parfaite honorabilité.

5. Brochet (Antoine)

M. Brochet, âgé de 73 ans, est ouvrier à la houillère de Bézenet (Allier), appartenant à la Société des Forges de Châtillon et Commentry. Il compte 46 ans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de bons services, et s'est toujours fait remarquer par son travail régulier et sa bonne conduite.

6. Mme Bruneteau (Julie-Ismérie).

Mme Bruneteau, ouvrière papetière aux usines de la Société anonyme des papeteries du Marais, etc. (Seine-et-Marne), est entrée comme apprentie le 20 août 1854, à la papeterie du Marais où, après 40 ans de services, elle est aujourd'hui encore attachée au travail délicat de l'épluchage des papiers filigranés. Ouvrière habile, elle est en outre recommandable par son excellente conduite.

7. Carreau (André)

M. Carreau, âgé de 71 ans, est ouvrier forgeron à la houillère de Saint-Éloy (Puy-de-Dôme), appartenant à la Société des Forges de Châtillon et Commentry. Il compte 45 ans de bons services, s'étant toujours fait apprécier par son travail, sa conduite et sa moralité.

8. Chappuis (Claude)

M. Chappuis, ouvrier cisailleur, est employé à l'usine de Billancourt, chez M. Carnaud, depuis le 1er janvier 1865; il compte ainsi 30 ans de bons et loyaux services.

9. Charbonnier (Étienne)

M. Charbonnier, âgé de 60 ans, est employé à la houillère de Doyet (Allier), appartenant à la Société des Forges de Châtillon et Commentry, en qualité d'ouvrier. Il est entré en 1845 dans cette Société, comptant ainsi 49 ans de bons services et s'étant toujours fait remarquer par sa conduite et son travail.

10. Coirat (Claude)

M. Coirat, né à Chasseneuve (Isère) en 1832, est entré le 12 mai 1857 à l'usine des tuyaux Chameroy à Lyon, appartenant actuellement à la Société P. de Singly. Il est employé comme riveur, et il s'est toujours fait remarquer depuis 35 ans par sa bonne conduite et son assiduité au travail.

11. Delangh (Auguste).

M. Delangh, né le 1er février 1835, contremaître à la fabrique de bois durci de M. Latry, à Grenelle, Paris. Entré à l'usine le 17 août 1865, où il compte aujourd'hui 29 années de services excellents et dévoués, comme simple ouvrier, M. Delangh a su, par son habileté professionnelle comme aussi par son activité,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son intelligence et sa probité, s'élever au rang de chef d'atelier. Il a notamment imaginé, pour le moulage des isolateurs, pour l'exécution des pièces de précision qu'exige l'application du bois durci à l'électricité, etc., des tours de main ingénieux, qui, au point de vue pratique de cette exécution, ont eu une importance digne d'attention.

12. Demay (François-Julien-Marie)

M. Demay, né le 23 février 1831, est entré à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest le 23 mars 1864 en qualité de chauffeur, sortant des ateliers de M. Courtaut, mécanicien à Rennes, chez lequel il a été contremaître, pendant quatre années. Nommé mécanicien de 4e classe le 15 avril 1865, il est maintenant hors classe depuis le 1er avril 1891, et est autorisé à remplir les fonctions de chef de dépôt. Pendant ses 29 années de service, il s'est fait remarquer par son exactitude, sa conduite et sa parfaite honorabilité.

13. Domart (Jean-Baptiste)

M. Domart, né en 1821, compte aujourd'hui, à la fabrique de produits chimiques d'Amiens (ancien établissement Kuhlmann) près de 41 ans de services : c'est en effet le 18 juillet 1853 qu'il est entré dans cette fabrique ; il ne l'a pas quittée depuis. Attaché d'abord à la fabrication de la soude puis à celle du chlorure de chaux, il est depuis devenu chauffeur-mécanicien. Dans ce poste, qu'il occupe depuis 22 ans, M. Domart a rendu des services signalés. C'est à son sang-froid et à son énergie notamment qu'un incendie grave dû à l'inflammation de sacs de nitrate de soude mis à sécher a pu être évité. « Les hommes de sa trempe sont rares aujourd'hui, » écrivait récemment M. Lamy, directeur de l'usine d'Amiens.

14. Douine (Louis-Alfred)

M. Douine, né le 28 mars 1839 à Montargis (Loiret), est entré à la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée le 25 novembre 1861, en qualité de visiteur au dépôt de Montargis, où il est encore actuellement comme ajusteur. Pendant ses 22 ans de service, il a toujours eu une conduite exemplaire, et s'est montré ouvrier laborieux, très actif et intelligent ; il s'est en tout temps attiré l'estime de ses chefs et la considération de ses collègues.

15. Epry (Louis-Victor)

M. Epry, né à Fontaine-Française (Côte-d'Or), est entré comme mécanicien-chef chez M. Portier père, fabricant d'instruments de précision à Paris, le 19 novembre 1862. Depuis cette époque il n'a cessé de donner toutes les marques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de zèle, de bonne conduite et d'honnêteté. C'est un ouvrier très capable et très serviable, qui compte aujourd'hui 31 ans d'excellents services.

16. Mme Gaillard (Hortense)

Mme Gaillard, née le 24 juin 1830, ouvrière papetière aux usines de la Société anonyme des papeteries du Marais, etc. (Seine-et-Marne), compte aujourd'hui plus de 40 ans de services à la papeteries de la Chair-aux-Gens, à laquelle elle est attachée depuis le 17 mars 1854. Dans les divers travaux qui lui ont été confiés, Mme Gaillard s'est toujours distinguée par sa régularité, sa bonne conduite et son habileté professionnelle.

17. Gourdon (Florentin)

M. Gourdon, né le 6 novembre 1823, ajusteur aux établissements d'Oullins, appartenant à la Cie de Paris à Lyon et à la Méditerranée, a été occupé dans les mêmes établissements depuis 1856. Entré dans les établissements Parent et Schaken le 15 mars 1856, à Oullins, il y resta en novembre 1861, lorsque la Cie de chemins de fer reprit ces ateliers. Pendant 37 ans il s'est toujours fait remarquer par son exactitude, sa conduite irréprochable et sa parfaite moralité.

18. Guerry (Barthélemy)

M. Guerry est entré à 20 ans à l'usine de fabrication de papier de paille de M. Danthon, à Bourganeuf (Creuse), comme conducteur de la machine à papier, poste qu'il occupe encore aujourd'hui. Il compte 38 ans de services, ses chefs ayant toujours eu à se louer de son travail.

19. Guillaumin (Pierre)

M. Guillaumin, ouvrier forgeron à l'usine de Commentry (Allier), appartenant aux Forges de Châtillon et Commentry, compte 48 ans de bons services; il s'est toujours fait remarquer par son travail et sa bonne conduite.

20. Guintrand (Marius)

M. Guintrand, né en 1819, est entré dans la maison Mouton, fabrique de chaises à Marseille, en 1836, où il est employé comme tourneur. C'est un ouvrier zélé et dévoué qui compte 57 ans de bons services. Depuis 1888, il est titulaire de la médaille d'honneur qui lui a été décernée par l'État en vertu du décret du 16 juillet 1886.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

21. Hénot (Pierre-Alidore-Olivier)

M. Hénot, né le 5 janvier 1858 à l'Étoile, près d'Abbeville (Somme), est entré dans la manufacture de tapis de M. Vayson, à Abbeville, le 3 juillet 1873. En 1880 il remplaça le directeur de la manufacture, qui venait de mourir. En 1882, il reçut de l'Académie nationale agricole et manufacturière une médaille d'argent comme collaborateur des travaux de la manufacture, ayant concouru pour une grande part aux améliorations et aux innovations qui ont été introduites pour les métiers mécaniques et faisant en tout preuve d'une grande sagacité. M. Hénot a en outre montré beaucoup de dévouement en organisant une compagnie de pompiers volontaires qui rendit de nombreux services dans toute la ville ; il assista à quarante-trois sinistres et reçut de diverses compagnies d'assurances plusieurs médailles. Il organisa aussi une société en participation d'épargne : *la Fourmi Abbevilloise*, qui possède actuellement un capital de 67 000 francs. D'autres sociétés de prévoyance l'ont nommé, l'une vice-président et l'autre censeur. En 20 ans, par son travail, son activité, son intelligence et sa conduite, il a su prendre une situation prépondérante dans l'usine.

22. Joutel (Joseph-Nicolas)

M. Joutel est veilleur de nuit à la Compagnie générale des Omnibus de Paris. Il a actuellement 78 ans et compte 33 ans de bons services dans cette Compagnie.

23. Mme Kiffeurt (Élisa)

Mme Kiffeurt, née le 29 octobre 1851, ouvrière décalqueuse à la faïencerie de Choisy-le-Roi (Seine), où elle est entrée le 16 août 1861 et où elle compte par conséquent près de 33 ans de services. D'une conduite irréprochable, Mme Kiffeurt s'est en outre fait remarquer par son habileté professionnelle.

Elle est titulaire de la médaille d'honneur décernée par l'État, conformément du décret du 16 juillet 1886.

24. Klein (Michel-Jean-Baptiste)

M. Klein, né à Molsheim (Alsace) le 1er novembre 1838, est entré comme ajusteur, le 12 janvier 1863, aux Établissements Cail, à Paris; depuis le 1er janvier 1880, il est contremaître de l'outillage. C'est un homme intelligent et dévoué, qui compte 31 ans d'excellents services dans ces établissements.

25. Lassalle (Jean)

M. Lassalle compte 30 ans de bons services à l'usine de Billancourt, appartenant à M. Carnaud (ancienne maison Paillard et Cie). Il y est entré le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5 janvier 1864 et est actuellement surveillant; sa conduite, son travail et sa moralité sont parfaits.

26. Lavail (François)

M. Lavail, né le 14 septembre 1851, contremaître à la fabrique de papiers à cigarettes de M. Pierre Bardou, à Perpignan (Pyrénées-Orientales). Entré comme simple ouvrier dans cette fabrique en 1844, M. Lavail s'y est, par ses mérites, élevé au rang de contremaître. Il a apporté à la fabrication des papiers à cigarettes des perfectionnements très appréciables. Dans la fabrique de M. Bardou, qui le considère comme un collaborateur aussi dévoué qu'assidu, fabrique où il compte aujourd'hui 30 années de services, M. Lavail s'est toujours fait remarquer, tant par son habileté professionnelle que par l'excellence de sa conduite.

Il a reçu, comme collaborateur, des récompenses nombreuses, parmi lesquelles il convient de signaler une médaille d'argent à l'Exposition universelle de 1889.

27. Lecocq (Charles)

M. Lecocq compte 43 ans de services dans la maison Jardin-Blancoud, graveur à Paris, où il est actuellement contremaître. Ouvrier très habile, il s'est formé dans la maison au service de laquelle il a fait toute sa carrière et s'est toujours fait remarquer par son zèle, son intelligence et son travail.

28. Ligier (Émile-François)

M. Ligier, né le 28 janvier 1842, contremaître-chef d'atelier chez MM. Lefranc et Cie, fabricants de couleurs et vernis à Paris. Entré chez MM. Lefranc et Cie, le 23 septembre 1867, ne connaissant que la profession de puisatier qu'il avait exercée jusqu'alors, M. Ligier est rapidement devenu un ouvrier habile dans la fabrication des couleurs. Peu à peu, grâce à son intelligence et à une conduite irréprochable, il s'est élevé au rang de chef d'atelier, qu'il occupe maintenant.

Consciencieux et ponctuel, d'une grande habileté professionnelle, M. Ligier jouit de l'estime de ses chefs comme de celle de ses camarades; il compte, dans la fabrique de MM. Lefranc et Cie, 26 ans d'excellents services.

29. Mme Lorsonneur (Aglaé-Marie)

Mme Lorsonneur, née le 21 février 1837, délisseuse aux usines de la Société anonyme des papeteries du Marais, etc. (Seine-et-Marne), est entrée le 6 décembre 1850, comme apprentie, à la papeterie de la Fontaine, où elle travaille assidûment aujourd'hui encore, après 43 ans et demi de services excellents et particulièrement recommandables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

30. Louvrié (Henri)

M. Louvrié, né le 17 août 1835 à Nîmes (Gard), est entré aux ateliers de Nîmes du chemin de fer de Lyon à Marseille le 17 décembre 1855, exerçant la profession de charpentier. Pendant 38 ans il s'est toujours fait remarquer par son zèle et son exactitude au travail ainsi que par sa bonne conduite. Il est actuellement brigadier-menuisier.

31. Mazars (Auguste)

M. Mazars, né à Caylus (Tarn-et-Garonne) le 14 septembre 1830, est entré dans les Établissements Cail le 11 février 1860, où il est actuellement employé comme fondeur. C'est un ouvrier intelligent et dévoué qui compte 34 ans de bons services.

32. Modot (Jean-Baptiste)

M. Modot, né le 21 mai 1832, à Saint-Christol près d'Alais (Gard), est entré à la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée le 2 novembre 1859, aux ateliers du matériel à Arles, en qualité de tourneur. Remplissant les mêmes fonctions, il a passé dans le service de la traction à Alais, puis à Nîmes. Pendant 34 ans, il s'est acquitté de ses fonctions avec beaucoup d'intelligence et de dévouement et a eu une conduite exemplaire.

33. Passereau (Louis)

M. Passereau, né le 5 décembre 1850, est entré, à l'âge de 10 ans, en 1860, à la faïencerie de Choisy-le-Roi. Depuis, occupant des postes divers, il s'est toujours fait remarquer par sa bonne conduite et par la régularité de son travail. Ouvrier faïencier, il compte aujourd'hui 34 ans de services à la manufacture.

Il est titulaire d'une médaille de bronze de la Société française de tempérance et de la médaille d'honneur décernée par l'État, conformément au décret du 16 juillet 1886.

34. Petit (Louis)

M. Petit s'est formé dans la maison Jardin-Blancoud au métier de graveur. Il est actuellement contremaître dans la même maison, comptant 35 ans d'excellents services, se montrant toujours intelligent et dévoué, et ayant toujours fait preuve d'une conduite exemplaire.

35. Pilard (Antoine)

M. Pilard, né à Troisvilles (Eure), le 11 novembre 1840, est entré aux Établissements Cail à Paris le 15 avril 1863, où il est encore; il est employé en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qualité de chef d'équipe des manœuvres. Il compte ainsi 31 ans de service et s'est toujours montré actif, dévoué et d'une conduite exemplaire.

36. Piquet (Jean-Baptiste)

M. Piquet, né le 24 février 1830 à Dijon, est entré à la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée le 18 décembre 1859 en qualité d'ajusteur au dépôt de Dijon. Sorti le 29 juin 1860, il a été réadmis le 8 novembre de la même année dans les mêmes fonctions au dépôt de Dijon, où il est encore actuellement. Pendant ses 33 années de service, il s'est toujours montré d'une conduite exemplaire, soumis et très actif.

37. Poncet (Antoine)

M. Poncet, né le 25 janvier 1828, raboteur aux ateliers d'Oullins, appartenant alors à la Société Parent et Schaken, est occupé dans le même établissement, appartenant actuellement à la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, depuis le 4 novembre 1853. Pendant sa carrière de 40 ans, il s'est toujours fait remarquer par son exactitude, sa conduite irréprochable et sa parfaite honorabilité.

38. Regnoux (Julien-Jean)

M. Regnoux, âgé de 64 ans, est depuis 1846 ouvrier à l'usine Saint-Jacques, appartenant à la Société des Forges de Châtillon et Commentry. Il a travaillé successivement comme puddleur et comme chauffeur aux générateurs. Il s'est toujours attiré l'estime de ses chefs depuis 48 ans, par son intelligence, son dévouement et sa conduite exemplaire.

39. Robert (Joseph-Étienne)

M. Robert, âgé de 76 ans, ouvrier aux fabriques de colle connues sous le nom d'Établissements Parent jeune, à Givet (Ardennes), compte dans ces établissements 46 ans de services ininterrompus.

Son excellente conduite, son assiduité au travail rendent particulièrement recommandable ce vieux serviteur de l'industrie qui, malgré son grand âge, malgré la pension qui lui est faite par ses chefs, reste encore sur la brèche et chaque jour apporte aux travaux de l'usine une collaboration active.

40. Rousset (Pierre-Victor)

M. Rousset, né le 17 mai 1850, est attaché comme ouvrier faïencier à la manufacture de Choisy-le-Roi, depuis l'année 1860 : il compte par conséquent 34 ans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de services continus dans cet établissement et, pendant ce long espace de temps, il a fait preuve des qualités les plus recommandables.

Il est titulaire d'une médaille de la Société française de tempérance et de la médaille d'honneur décernée par l'État, conformément au décret du 16 juillet 1886.

41. Sannier (Louis-Alfred)

M. Sannier, ouvrier faïencier, né le 2 février 1842, est entré à l'âge de 16 ans comme apprenti à la faïencerie de Choisy-le-Roi (Seine). Depuis, il n'a pas quitté cette manufacture; et, pendant 35 ans et demi, il s'y est fait remarquer par sa conduite excellente aussi bien que par son habileté professionnelle.

Il est titulaire d'une médaille en bronze de la Société française de tempérance et de la médaille d'honneur décernée par l'État, conformément au décret du 16 juillet 1886.

42. Schæffer (François-Ignace)

M. Schæffer est entré en 1852 chez M. Sansfaute père, tapissier à Paris; il est depuis 42 ans dans la même maison et l'on n'a jamais eu qu'à se louer de son travail, de sa conduite et de sa probité exemplaire.

43. Thumont (Victor-Louis-Alexandre)

M. Thumont, né le 4 décembre 1847, exerce depuis 34 ans la rude profession de piocheur extracteur d'argile à Dannemarie-en-Montois (Seine-et-Marne) et s'est toujours fait remarquer par l'excellence de sa conduite.

Il est titulaire de la médaille d'honneur décernée par l'État, conformément au décret du 16 juillet 1886.

44. Vernisy (Toussaint)

M. Vernisy, né à Conches-les-Mines (Saône-et-Loire) le 8 décembre 1840, est entré dans les Établissements Cail à Paris le 22 août 1861. Il est encore employé dans les mêmes ateliers comme forgeron depuis 33 ans; c'est un ouvrier sérieux et intelligent.

45. Mme Vilmet (Onésime-Désirée)

Mme Vilmet, née le 18 avril 1837, délisseuse aux usines de la Société anonyme des papeteries du Marais, etc. (Seine-et-Marne), est entrée le 8 mars 1849 à la papeterie de la Fontaine, où elle compte aujourd'hui 44 ans de services ininterrompus. Attachée d'abord au travail de la machine, puis au triage des chiffons,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mme Vilmet s'est toujours fait remarquer par son exactitude et son assiduité au travail, par sa bonne conduite et par son habileté professionnelle.

46. Mme VINCENT (Louise-Alphonsine)

Mme Vincent, née le 4 juillet 1837, est depuis 30 ans employée comme ouvrière doreuse chez M. Oulié, doreur-encadreur à Paris. Très habile dans sa profession, c'est des travaux les plus soignés qu'elle est depuis longtemps chargée. Son assiduité au travail, sa régularité, son excellente conduite la rendent particulièrement recommandable.

47. WARLOUZÉ (Auguste)

M. Warlouzé, né à Douai en 1836, est entré aux Établissements Cail à Douai le 18 juillet 1853. Il est employé comme tourneur; c'est un des meilleurs ouvriers de l'atelier où il est occupé depuis 41 ans.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

PROCÈS-VERBAUX

Séance générale du 8 juin 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

M. Laborde, rue Labat, 62. — Mécanisme du montage et du démontage des lits instantanés. (Arts mécaniques.)

M. Michotte, 21, rue Condorcet. — Machine à décortiquer les textiles dite *La Française*. (Arts mécaniques.)

M. Davanne, vice-président de la Société, transmet une demande de souscription au monument à élever à Bry-sur-Marne, à la mémoire de Daguerre, faite par la Société française de photographie. (Bureau.)

M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes adresse le programme du 33e Congrès des Sociétés savantes, fixé, dès maintenant, au mardi 16 avril 1895. (*Bulletin.*)

Les ouvrages suivants sont signalés dans la correspondance :

Note sur le pont à transbordeur de M. Arnodin, par M. Brull, membre du Conseil.

Notice sur le pont à transbordeur ou voie ferrée à rails supérieurs. — Système F. Arnodin et A. de Palaccio pour la traversée des passes maritimes, par F. Arnodin, ingénieur-constructeur spécial de ponts suspendus, à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enquête sur les conditions de l'habitation en France, les maisons-types, avec une introduction de M. de Foville, membre du Comité des travaux historiques et scientifiques.

Congrès des Sociétés savantes. — Discours prononcés à la séance générale du Congrès, le samedi 31 mars 1894, par M. Levasseur, membre de l'Institut, et M. Spuller, ministre de l'Instruction publique.

Collection Léauté. — *Étude expérimentale dynamique de la chaudière à vapeur*, par Dwelshauvers-Dery. — *Électricité appliquée à la marine*, par P. Minel.

Paris-Photographe. — Revue mensuelle illustrée, directeur Paul Nadar, 30 mai 1894.

Rapports des Comités. — *Comptes de* 1893. — *M. Fouret* fait, au nom de la Commission des fonds, un rapport sur les comptes présentés par M. le Trésorier, pour l'année 1893.

La Commission des fonds déclare de tous points exacte et régulière la situation financière de la Société au 31 décembre 1893, présentée par M. le Trésorier.

M. le rapporteur propose d'approuver ces conclusions et d'exprimer à *M. Goupil de Préfeln*, trésorier, les plus vifs remerciements pour le dévouement qu'il ne cesse de prodiguer aux intérêts de la Société.

M. Bordet lit, au nom des censeurs, un rapport sur les comptes de 1893. 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.

Ces conclusions sont adoptées.

Communications. — *Procédés de peinture.* — *M. Tessier* fait une communication sur son procédé de peinture à la détrempe vernie. Ce procédé de peinture a pour but de supprimer les nombreux inconvénients des diverses méthodes actuellement en usage; s'appliquant à la peinture artistique et en bâtiment, il permet de peindre directement sur la toile, le bois, le plâtre, la pierre, le marbre et le ciment.

Les matières employées sont :

1° Des couleurs en poudre;

2° Un agglutinant;

3° Un isolateur;

4° Un vernis mat et brillant.

Autant que possible l'emploi des couleurs à base de plomb, de mercure, de cuivre ou d'arsenic a été supprimé, ce qui rend les couleurs inoffensives, inaltérables à l'action de l'air et des gaz en suspens dans l'atmosphère, résistant même à l'action de l'acide chlorhydrique.

On emploie les couleurs, en poudre très fine, mélangées avec de l'agglutinant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

additionné d'un peu d'eau filtrée, grâce auquel on peut obtenir des teintes légères, des empâtements et des glacis. La teinte étendue est absorbée par la matière comme une véritable teinture; elle sèche en quatre heures environ et ne répand aucune odeur. Les couleurs non employées et mélangées d'agglutinant peuvent toujours resservir, facilité qui n'existe ni dans la peinture à l'huile, ni dans la peinture à la colle; il suffit de les délayer à nouveau avec de l'agglutinant additionné d'eau.

Toute peinture peut rester à nu et devient ineffaçable avec le temps, ce qui n'empêche pas de la retoucher. On peut même effacer avec de l'eau et repeindre avant le vernissage.

Pour garantir une œuvre et la rendre étanche, il suffit de la vernir. Cette opération est double et consiste : 1° à recouvrir la peinture d'une couche d'isolateur, séchant presque immédiatement; 2° à étendre un vernis mat ou brillant qui sèche en très peu de temps, de telle sorte qu'un travail commencé le matin peut être livré le soir complètement verni.

On réalise ainsi une économie de temps et par suite de main-d'œuvre très appréciable qu'on peut évaluer à environ de 20 à 25 p. 100 et on peut espérer que cette économie et la qualité inoffensive des couleurs employées, jointes aux résultats obtenus, permettront de remplacer avantageusement pour la décoration intérieure les procédés actuels de peinture, les encollages de papiers peints et les tentures d'étoffe, surtout au point de vue de l'hygiène des appartements.

M. le Président remercie M. Tessier de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Fabrication des bouteilles. — *M. Émilio Damour* fait une communication sur la fabrication mécanique des bouteilles sans le secours d'ouvriers spéciaux.

M. le Président remercie M. Damour de son intéressante communication, qui est renvoyée ax Comité des Arts chimiques.

Séance générale du 22 *juin* 1894.

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

Le fauteuil de la présidence est occupé par *M. Tisserand*, président de la Société. A ses côtés siègent *MM. le colonel Pierre* et *Gustave Roy*, vice-présidents; *MM. Collignon* et *Aimé Girard*, secrétaires.

M. le Président ouvre la séance et prononce un discours (Voir p. 366).

DISTRIBUTION DES PRIX ET MÉDAILLES. — **Grande médaille.** — La Société décerne, chaque année, sur la proposition de l'un des six Comités du Conseil, une grande médaille d'or *aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française pendant le cours des six années précédentes.

Le Conseil d'administration de la Société, sur la proposition du Comité des Arts économiques, décerne, en 1894, *la grande médaille de physique* à *Lord Kelvin, pour l'ensemble de ses travaux scientifiques* (*M. Mascart*, rapporteur).

Prix Fourcade *pour les ouvriers des fabriques de produits chimiques.*

Ce prix, de 1 000 francs, a été fondé par les exposants de la classe 47, à l'Exposition universelle de 1878, sur l'initiative de *M. Fourcade* et avec sa coopération, en faveur du simple ouvrier ayant le plus grand nombre d'années de service, dans la même maison.

Le prix pour 1894 est décerné à *Dauchet* (Louis), ouvrier depuis cinquante-trois ans à la fabrique de produits chimiques d'Amiens (anciens établissements *Kuhlmann*) (*M. Aimé Girard*, rapporteur).

Prix de 3000 francs *pour un appareil diminuant dans une large mesure la fumée des foyers industriels et en particulier de ceux des chaudières à vapeur.*

Le Conseil de la Société, sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, décerne le prix à *M. Dulac*, ingénieur civil à Paris (*M. Gustave Richard*, rapporteur).

Prix de 2 000 francs *pour une publication utile à l'industrie chimique ou métallurgique.*

Le Conseil de la Société, sur la proposition du Comité des Arts chimiques, décerne un prix de 1 000 francs à *MM. Fuchs de Launay*, pour leur *Traité des gîtes minéraux* (*M. Jordan*, rapporteur).

Le Conseil de la Société, sur la proposition du même Comité, décerne un prix de 500 francs à *M. Chapel*, pour un ouvrage intitulé : *Le caoutchouc et la gutta-percha* (*M. Aimé Girard*, rapporteur).

Prix de 2 000 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.*

Le Conseil de la Société, sur la proposition du Comité des Arts chimiques, décerne le prix à *M. Roberts-Austen*, chimiste à la Monnaie Royale, professeur à l'École des mines de Londres (*M. Le Chatelier*, rapporteur).

Prix de 2000 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.

Le Conseil de la Société, sur la proposition du Comité d'agriculture; décerne un prix de 1 500 francs à *M. Pagnoul*, correspondant de l'Institut, directeur de la station agronomique d'Arras.

Le Conseil décerne également, pour le même concours, un prix de 500 francs à la Société d'agriculture de l'arrondissement de Meaux (*M. Risler*, rapporteur).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prix de 2000 francs *pour une étude économique d'un centre industriel en France.*

Le Conseil de la Société, sur la proposition du Comité de commerce, décerne un prix de 1000 francs à *M. Eugène Lebeuf*, à Paris (*M. Gustave Roy*, rapporteur).

I. *Liste des médailles décernées par la Société pour des inventions ou des perfectionnements aux arts industriels.* (Voir p. 395.)

II. *Liste des contremaîtres et ouvriers auxquels ont été décernées des médailles d'encouragement.* (Voir p. 407.)

BIBLIOGRAPHIE.

JOURNAUX ET REVUES

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. — *Janvier* 1894. — Note sur la solubilisation des gommes de l'Inde au moyen de l'eau oxygénée, par *H. Kœchlin.*

Février. — Rapport concernant les expériences exécutées par Ludwig et Weber, ingénieurs, sur la batterie des chaudières et la machine à triple expansion de l'établissement de Kullmann et C°, à Wittenheim, pour l'étude de l'application de la surchauffe à ces conditions de marche par *Aug. Weber* (avec pl. et tableaux). — Nouveaux procédés de teinture présentés au concours pour un des prix généraux de la Société industrielle, sous la devise : « *L'observation est une deuxième balance pour le chimiste.* » — Rapport de *E. Kopp, E. Noelting* et *E. Grandmougin.*

Mars. — Enlevages et réserves sur soie, par *Horace Kœchlin.*

Chronique industrielle. — 21 *janvier* 1894, n° 3. — La reproduction des plans-calques. Lorgnette double de *Aitchinson.*

11 *février*, n° 6. — Résistance de la traction des divers types de bateaux en rivière.

25 *février*, n° 8. — Moteurs domestiques.

La Lumière électrique. — 13 *janvier* 1894, n° 2. — De l'emploi des moteurs à gaz dans les installations privées et les stations centrales d'éclairage électrique, par *Jules Bourquin.* — Les origines de la soudure électrique, par *E. Andreoli.* — Essais, sur un moteur à gaz Crossley, d'une installation d'éclairage électrique, par *Aimé Witz.* — Quelques applications du chauffage électrique dans la pratique du laboratoire, par *Edward L. Nichols.*

20 *janvier*, n° 3. — De l'emploi des moteurs à gaz dans les installations privées et les stations centrales d'éclairage électrique, par *Jules Bourquin.*

27 *janvier*, n° 4. — Tungstène par voie électro-thermique, par *Krieg.* — Résultats d'essais sur un nouvel alliage pour résistances, de Kruppin, par *G. Dettmar.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PROGRAMME DES PRIX

PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE A DÉCERNER DANS LES ANNÉES 1894 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 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 :

1895. Commerce	à l'effigie	de Chaptal.
1896. Arts mécaniques	—	de Prony.
1897. Arts chimiques	—	de Lavoisier.
1898. Architecture et beaux-arts.	—	de Jean Goujon.
1899. Agriculture.	—	de Thenard.
1900. Arts économiques.	—	d'Ampère.

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;* — en 1891, pour les arts chimiques, à M. *Solvay;* — en 1892, pour les constructions et beaux-arts, à M. *Froment-Meurice.* — en 1893, pour l'agriculture, à M. *Lecouteux.* — En 1894, pour les arts économiques, à lord *Kelvin.*

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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. *Champenois*, 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; — en 1892, à M. *Berthelot*, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, pour ses remarquables travaux qui ont puissamment contribué aux progrès des industries chimiques.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1898.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

PRIX FOURCADE POUR LES OUVRIERS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES

Les *exposants de la classe* 47, à l'Exposition universelle de 1878, sur l'initiative et avec la coopération de M. Fourcade, ont fondé auprès de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale un prix de 1000 fr. 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 1 000 francs.

PRIX DE LA CLASSE 50 A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

Les exposants de cette classe, sur l'initiative du baron Thenard, ont donné à la Société d'Encouragement une somme de 6 326 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 9 846 fr. 75 c. pour la fondation d'un prix triennal de 1 000 francs 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 1896.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX D'ABOVILLE, POUR LES MANUFACTURIERS QUI EMPLOIENT DES OUVRIERS INFIRMES

Le général d'Aboville a laissé à la Société une somme de 10 000 francs, qui a été divisée en 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 été 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. Le troisième a été réparti entre l'internat des sourdes-muettes dépendant de l'Imprimerie Firmin-Didot et Cie, à Mesnil-sur-l'Estrée, et l'ouvroir des ouvrières aveugles, à Illiers.

Le prix restant de 3 300 francs sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

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, en 1895, aux concurrents résidant dans le département de l'Isère.

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 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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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.

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

Prix en 1895 de petite culture 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 1896.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX SPÉCIAUX PROPOSÉS ET MIS AU CONCOURS

POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS LES ANNÉES 1893 ET SUIVANTES

1° **Prix de 2 000 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 1895.

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 :

2° **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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1895.

3° **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 sa 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 1895.

4° **Prix de 1000 francs** *pour un moteur à huile lourde.*

Les bas prix auxquels peuvent être obtenus actuellement divers combustibles liquides, tels que les huiles lourdes, les résidus de pétrole et les goudrons, doivent engager les industriels à rechercher l'emploi avantageux de ces combustibles riches pour l'opération directe de la puissance motrice à bas prix.

La Société d'Encouragement propose un prix de 1 000 francs, en vue d'exciter les recherches dans ce sens.

Pour avoir droit au prix proposé, il faudra présenter, en service pratique et constant, un ou plusieurs moteurs fonctionnant par l'emploi direct, non de l'essence minérale, mais bien de l'huile de pétrole lampante ou, mieux encore, d'huiles lourdes ou de goudrons, résidus de la distillation du pétrole, des schistes ou des charbons minéraux.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

5° **Prix de 3000 francs** *pour une machine motrice de 25 à 100 chevaux, dépensant au maximum, en travail courant, 7 kilogrammes 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 mou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vement par le concours qu'elle a ouvert en 1848, n'a pas cessé, depuis lors, de 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 1895.

6° **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 2 000 francs en faveur de l'industriel qui, le premier, produira, mécaniquement et d'une façon courante, des fils de lin d'une finesse dépassant 100 000 mètres au kilogramme ou des fils de chanvre de 15 000 mètres au kilogramme. La production de ces fils dans tous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les numéros sera obtenue avec une économie de 15 pour 100 au moins sur la force motrice, et avec une diminution telle dans la température de l'eau, si l'action de la chaleur restait nécessaire, qu'il n'en résulte pas de buée sensible.

Pour avoir droit au prix proposé, il faudra avoir livré à la consommation au moins pour *vingt mille francs* de fils de lin ou de chanvre dans les conditions ci-dessus énoncées.

Dans le cas où le progrès serait atteint par suite de l'emploi de filasses rouies par l'un des procédés existants, la Société se réserve d'accorder à son auteur une récompense spéciale sous forme de médaille ou de prix.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

7° **Prix de 2 000 francs** *pour des perfectionnements dans l'exécution 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.

La Société d'Encouragement voudrait voir des améliorations se produire 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 au minimum. Les procédés employés et les résultats obtenus seront soumis ensemble à l'appréciation de la Société d'Encouragement.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

8° **Prix de 2 000 francs** *pour une étude ou un procédé tendant à faire disparaître, ou tout au moins à atténuer, de façon à les rendre inoffensives, les fuites connues sous le nom de « fuites aux tubes » sur les chaudières de navigation à tirage forcé.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

9° **Prix de 1 000 francs** *pour le meilleur mémoire sur le prix de revient de la puissance motrice de la vapeur.*

Ce prix de revient sera rapporté au cheval-heure effectif, produit par la machine motrice : il devra être établi séparément pour un certain nombre de moteurs différents, observés en marche pendant une période suffisamment prolongée, les éléments divers des prix de revient devant être donnés, amortissement et intérêt des dépenses de premier établissement, frais d'exploitation (main-d'œuvre, combustible, graissage, eau, etc.), dépenses d'entretien, de réparation et autres. Les divers prix de tare devront être désignés d'une manière aussi complète que possible.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10° **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 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 1895.

11° **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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1895.

ARTS CHIMIQUES

1° **Prix de 1 000 francs** *pour l'utilisation des résidus de fabrique.*

Il fut un temps où les chimistes rejetaient, comme inutile et sans objet, le résidu, le *caput mortuum*, de leurs opérations. En tenir compte fut une révélation qui, de proche 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.

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 1895.

2° **Prix de 2 000 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 gobeleterie. 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 malheu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reusement 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 2 000 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 1895.

3° **Prix de 2 000 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 2 000 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 1895.

4° **Prix de 2 000 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 2 000 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 1895.

5° **Prix de 2 000 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 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.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

6° **Prix de 2 000 francs** *pour de nouveaux progrès réalisés dans la fabrication du chlore.*

La fabrication de la soude suit, en ce moment, une grave transformation. Au procédé de Le Blanc tend à se substituer, de tous côtés, le procédé de fabrication qui repose sur la décomposition à froid du chlorure de sodium par le bicarbonate d'ammoniaque.

L'exploitation de ce procédé, tentée déjà à plusieurs reprises, et notamment en 1855, par MM. Schlœsing et Rolland, a, depuis quelques années, pris rang définitivement parmi les grandes industries chimiques, et, dès à présent, elle livre au commerce des quantités de sel de soude dont le prix de revient est, dans une large mesure, inférieur au prix de revient de la soude fabriquée par le procédé Le Blanc.

Cependant le développement de cette nouvelle industrie se trouve forcément

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1 000 francs pour celui qui parviendra à en retirer, industriellement, le chlore qu'ils contiennent.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

7° **Prix de 2000 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 2 000 francs, qui sera décerné au fabricant qui aurait satisfait à ces conditions.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

8° **Prix de 2 000 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;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 incomparable 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 1895.

9° **Prix de 1000 francs** *pour la découverte d'un nouvel alliage utile aux arts.*

La plupart des alliages employés dans l'industrie sont connus depuis longtemps. Cependant de nouveaux métaux ont été découverts, et l'un d'eux, l'aluminium, a fourni un bronze doué de qualités extraordinaires dont les arts et les beaux-arts tireront un parti considérable, lorsque son prix de revient le rendra accessible aux emplois communs de la vie.

Le bronze d'aluminium, éminemment malléable et ductile, partage avec le fer et l'acier la propriété de se laisser forger à chaud et de pouvoir être soudé. Fusible à une température élevée, il se prête à tous les travaux de moulage. Il résiste mieux à l'air et aux agents d'oxydation que les bronzes ou laitons anciennement connus.

Pourquoi les métaux nouvellement connus ne seraient-ils pas susceptibles de fournir aussi des alliages doués de qualités spéciales dignes de l'attention de l'industrie? Ce sont des études à entreprendre et des essais à tenter : la Société, en les provoquant, tiendra compte, du reste, de tout travail exact, faisant connaître

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1895.

10° **Prix de 2000 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. 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 présentent 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 2 000 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 1895.

11° **Prix de 2000 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 couvertures 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 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 2 000 francs, et qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1896.

12° **Prix de 1 000 francs** *pour la substitution à l'acide sulfurique dans la teinture, et notamment dans la teinture des soies, d'un autre composé donnant aux fibres l'apprêt voulu, mais n'exerçant pas sur elles la même action destructive.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1896.

13° **Prix de 2 000 francs** *pour une étude scientifique des propriétés physiques et mécaniques des verres.*

La composition chimique des verres varie avec les usages 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 gobeleterie, 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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 2000 francs, suivant l'importance du travail et des résultats obtenus.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1896.

14° **Prix de 2000 francs** *pour la découverte de procédés capables de fournir par des transformations chimiques quelconques, des espèces organiques utiles, telles que la quinine, le sucre de canne, etc.*

La chimie organique est en possession de doctrines et de méthodes pratiques au moyen desquelles on peut prévoir et réaliser la production, par voie de transformation, d'un grand nombre de substances. L'urée, l'huile d'amandes amères, l'huile volatile de reine-des-prés, l'alcool, l'acide des fourmis, les essences à odeur de fruit, etc., ont été reproduits au moyen de procédés certains, en partant de substances qui semblaient très éloignées de la composition de ces corps, et quelquefois avec autant d'économie que de facilité.

Il n'y a pas de limites à ces sortes de créations, ou plutôt de ces nouveaux arrangements. Aux yeux de la théorie, il n'y a pas de différence entre la production de l'urée et celle de l'indigo ou de la quinine, entre celle de l'acide formique ou de l'alcool et celle du sucre de canne.

Aux yeux de la pratique, il n'en est pas de même, et, tandis que les alcaloïdes artificiels connus demeurent presque tous d'un faible intérêt à ses yeux, la découverte de la quinine artificielle aurait un retentissement immense et rajeunirait la gloire de Pelletier et de 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 pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cédés 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 1896.

15° **Prix de 2 000 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 2 000 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 1896.

16° **Prix de 2 000 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 2 000 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 1896.

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 1895.

2° **Prix de 2000 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 du 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 indications qu'on trouve dans les usines 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 2000 francs à décerner en 1895 pour l'étude de cette question qui intéresse particulièrement les entreprises d'éclairage électrique ou de transport de l'énergie par l'électricité.

3° **Prix de 3000 francs** *pour la purification des eaux potables.*

Le prix sera décerné à l'auteur de recherches d'ordre physique, chimique ou autre, qui l'auront amené à découvrir et appliquer, dans la pratique générale et domestique, le meilleur procédé de purification des eaux potables. Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

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 de gommes 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 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 1895.

5° **Prix de 2000 francs** *pour l'invention de procédés nouveaux permettant d'utiliser le pétrole pesant au moins* 0,800 *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 1896.

6° **Prix de 2000 francs** *pour la découverte de procédés propres à diminuer le nombre des feux de cheminée et la gravité des dommages qui en résultent.*

Les feux de cheminée sont très fréquents à Paris ; leur nombre dépasse sensiblement celui des autres incendies. Ces accidents, qui ont quelquefois des conséquences graves, résultent généralement de l'imperfection des procédés mis en usage pour enlever la suie qui obstrue les conduits de fumée. Il serait très désirable que l'on trouvât le moyen de supprimer ou au moins de diminuer l'adhérence de la suie et que l'on inventât des appareils propres à enlever cette suie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une manière complète, quelles que fussent les dimensions et les sinuosités des tuyaux. Enfin il serait très utile de pouvoir, par les moyens simples, vérifier si les conduits ne présentent pas des fissures par lesquelles la fumée ou la flamme des cheminées pouvait se répandre dans les planchers, dans les appartements, dans un autre corps de cheminée.

Le prix sera décerné en 1896 à l'inventeur qui aura réalisé des améliorations notables dans l'une ou l'autre de ces directions.

7° **Prix de 2 000 francs** *pour une lampe électrique à incandescence ayant une intensité d'une bougie décimale et fonctionnant avec un vingtième d'ampère, sous* 100 *volts de différence de potentiel.*

Les lampes à incandescence actuelles ont une intensité lumineuse de 8, de 10, de 12, de 16 ou de 20 bougies. Ces unités qui conviennent bien pour l'éclairage des magasins, des théâtres, des cafés et de certaines parties des appartements, sont trop fortes pour les petits locaux et même pour les grandes pièces où l'on a besoin d'une lumière discrète ne fatiguant pas la vue. On peut, il est vrai, réduire l'intensité des lampes ordinaires en les dépolissant plus ou moins, ou en intercalant des résistances dans leurs circuits. Mais la dépense, pour une intensité donnée, se trouve augmentée ; les lampes dépolies se salissent très rapidement et les rhéostats compliquent l'installation.

Des lampes électriques de très faible intensité permettant d'éclairer les salons comme ils l'étaient avec des bougies stéariques, fatigueraient moins les yeux et seraient souvent d'un meilleur effet décoratif que les foyers plus puissants. Ces lampes pourraient servir de veilleuses et elles conviendraient également bien pour les couloirs et les pièces de dégagement. Au prix maximum des stations parisiennes (7 fr. 50 le kilowatt-heure) chaque lampe d'une bougie décimale, dépensant 0,05 ampère sous 100 volts, ne coûterait que 75 centièmes de centime par heure, c'est-à-dire environ 5 fois moins qu'une bougie de l'*Étoile*. La fabrication de lampes à haut voltage et à faible intensité constituerait donc un progrès réel dans l'éclairage par l'électricité.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1896.

Si le problème n'est pas résolu entièrement, la Société se réserve de tenir compte des résultats obtenus dans la voie indiquée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

1° **Prix de 2000 francs** *pour le repeuplement des rivières non navigables, ruisseaux et étangs, en poissons et écrevisses.*

Le prix sera décerné à celui qui indiquera le meilleur moyen et le plus économique de repeupler les eaux douces en poissons et écrevisses, qui en aura fait l'application et démontré la réussite.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

2° **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 2 000 francs pour la meilleure description de l'agriculture et de l'économie rurale d'une *région agricole*. L'étendue de cette région pourra embrasser une province entière ou se borner à un département; mais les investigations dont cette contrée sera l'objet devront être précises et détaillées, et faire connaître, aussi complètement que possible, les pratiques agricoles et surtout les méthodes d'économie rurale qui y sont employées. La valeur du prix ne sera délivrée qu'après que l'auteur aura fait imprimer le mémoire couronné.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

3° **Prix de 3 000 francs** *pour l'étude des ferments alcooliques.*

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 fermentées 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 1895.

4° **Prix de 2000 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 des cartes par la même teinte. 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.

Les concurrents devront également donner des indications sur les cultures pratiquées dans ces divers terrains.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1896.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° **Prix de 1 500 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 de 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 :

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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1896.

6° **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*.

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 dis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tillation. 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 1896.

7° Prix de 1 500 francs *pour l'introduction dans la grande culture d'une nouvelle plante fourragère vivace.*

Chaque année, depuis quelque temps, on propose à l'agriculture française une ou deux plantes fourragères nouvelles pouvant donner annuellement une production herbacée dix fois supérieure à celle que fournit la luzerne dans les meilleurs terrains. Au nombre des nouveautés les plus préconisées, on peut signaler la *consoude du Caucase* ou *consoude à feuilles rudes* (*Symphitum asperrimum*), la *vesce velue* (*Vicia villosa*), la *persicaire de Sakhalin* (*Polygonum sachalinense*), la *gesse des bois* (*Lathyrus sylvestris*), etc. Toutes ces plantes ont été expérimentées, mais jusqu'à ce jour presque tous les essais ont été faits dans des conditions qui n'avaient pas d'analogie avec les terrains où la moyenne et la grande propriété cultivent leurs plantes fourragères.

C'est dans le but d'avoir des données exactes sur la production herbacée que ces plantes peuvent fournir chaque année en grande culture que la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale propose un prix de 1 500 francs à l'agriculteur qui aura introduit sur son exploitation une nouvelle plante fourragère à grand rendement, d'une culture simple et pouvant facilement être propagée soit par graines, soit par boutons de racines, soit par éclats de pieds sans occasionner une dépense hors de proportion avec la valeur du fourrage produit.

Les concurrents dans leur déclaration devront faire connaître : 1° leur nom et domicile ; 2° l'étendue de leur culture ; 3° la nature de leur terrain et du sous-sol sur lequel il repose ; 4° les modes de multiplication de la plante ; 5° l'époque du semis ou de la plantation ; 6° la date de la floraison ; 7° l'époque des récoltes ; 8° le produit total obtenu sur un hectare ; 9° la surface totale occupée par la plante ; 10° la durée de son existence ; 11° les animaux auxquels elle aura été donnée et sa valeur alimentaire ; 12° la place qu'elle occupe dans l'assolement ; 13° le compte financier de la plante cultivée.

Nul ne sera admis au concours si la culture pour chaque plante ne s'étend pas sur deux hectares au minimum.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1896.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Prix de 1 000 francs pour la découverte d'une matière plastique de ton coloré imitant la pierre, le marbre ou la terre cuite, ayant la solidité nécessaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1895.

PRIX

OFFERT PAR LA SOCIÉTÉ DES CIMENTS FRANÇAIS DE BOULOGNE-SUR-MER

(Anciens établissements DEMARLE, LONQUÉTY et Cie et FAMCHON et Cie réunis.)

Un prix de 1 000 francs sera décerné à l'auteur du meilleur mémoire sur le procédé pratique, en dehors des procédés chimiques, applicable sur les chantiers, pour reconnaître les adultérations du ciment Portland artificiel.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1895.

En cas contraire, il sera de nouveau mis au concours.

COMMERCE

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 1895. Les mémoires présentés au concours devront être manuscrits et porter une devise qui sera répétée sur un pli cacheté renfermant le nom de l'auteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1 565 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 3 304 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 621 fr. 30 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 892 fr. 80 de rente.

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 561 fr. 60 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 115 fr. 20.

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 177 fr. 60.

Legs Giffard.

Le revenu du capital de 50 000 francs, légué à la Société par Henri Giffard, a été divisé en deux parties : l'une destinée 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. — La somme disponible pour les secours est de 974 fr. 50.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fondation Christofle et Bouilhet (Artistes industriels).

Cette fondation, destinée à venir en aide à des artistes industriels malheureux, possède un revenu annuel de 417 fr. 60.

MÉDAILLES

A DÉCERNER AUX CONTREMAITRES 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.

3° Les contremaîtres ou 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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 31 décembre de l'année précédant la distribution des prix : ce terme est de rigueur. Ainsi la clôture des concours pour 1895 est fixée au 31 décembre 1894.

2° Les procédés ou machines seront examinés par des commissaires que la Société désignera.

3° Les membres du Conseil d'administration sont exclus des concours.

4° Les autres membres de la Société sont admis à concourir ; les étrangers le sont également.

5° Les concurrents sont avertis que la communication qu'ils font à la Société de leurs procédés ne peut leur tenir lieu d'un brevet d'invention, et que, s'ils veulent prendre le brevet, il faut qu'ils le fassent avant de se présenter au concours.

6° Les brevets d'invention n'étant délivrés que sur la description détaillée des procédés, et chacun, d'après la loi du 5 juillet 1844, pouvant en prendre connaissance, la Société se réserve expressément la faculté de publier, en totalité ou en partie, les découvertes qui auront obtenu les prix et médailles, mais les concurrents ne pourront user de cette faculté sous quelque prétexte que ce soit.

7° Les auteurs jugés dignes d'une récompense, qui ne se seraient pas pourvus d'un brevet d'invention et qui désireraient garder le secret de leurs procédés, seront tenus d'en déposer sous cachet la description, dont l'exactitude sera attestée par un membre du Comité compétent. La durée du dépôt ne pourra excéder quinze ans, à l'expiration desquels la description sera publiée.

8° La Société conservera les mémoires descriptifs et les dessins qui n'auront point été 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.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. AOUT 1894.

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* OUTILS DIAMANTÉS DE M. FÉLIX FROMHOLT, 3, *rue Simart, à Paris.*

L'emploi du diamant pour la préparation ou la perforation de matériaux de grande dureté est excessivement ancien, et, sans parler des Égyptiens et des Romains, qui ont certainement fait usage du diamant enchâssé dans des métaux pour travailler des matières dures, l'industrie française a employé, depuis longtemps déjà, ce procédé pour la taille du granit, par exemple, et M. Georges Hermann, vers 1855, débita et tourna du granit, soit pour la fabrication de cylindres pour le broyage du chocolat, soit pour l'exécution de fontaines monumentales.

Deux ans plus tard, Georges Leschot employa cette même matière pour former des outils de perforatrices dans lesquelles un tube, à l'extrémité duquel se trouvaient enchâssés des morceaux de diamants noirs, venait découper dans la roche un sillon circulaire, en réservant un noyau, qu'il suffisait de casser, par pression latérale, pour dégager complètement le trou de forage.

Cette même application a été reprise plus tard, en 1878, par le major Beaumont et M. Appleby, et certaines perforatrices rotatives, employées au percement du Saint-Gothard, ne constituaient que des variantes de l'appareil de Leschot.

L'adaptation de diamants sur des scies circulaires destinées au débitage des pierres dures est d'invention américaine, et les premiers essais de ces outils sont dus à James Gilmore, de Painesville (Ohio), et datent de 1863.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres inventeurs français ou étrangers se sont occupés, à différentes reprises, de cette question, mais ont dû lutter contre une difficulté réelle, celle du sertissage de la pierre précieuse dans la masse composant le porte-outil, ce sertissage devant résister à toutes les vibrations ou ébranlements de ces outils.

Si cette opération du sertissage était effectuée à froid, et si un matage était produit, de manière à empêcher la pierre dure de sortir de son alvéole, la pierre composant l'outil prenait rapidement un certain jeu et venait, au bout d'un certain temps, se mêler aux détritus de l'opération même; le diamant était perdu, et il fallait le remplacer par un autre.

M. Fromholt a imaginé, tout d'abord, de remplacer le diamant noir par des diamants cristallisés, non susceptibles d'être taillés, à cause de leur structure, de leur couleur ou de leurs défauts; ces diamants sont désignés, dans le commerce, sous le nom de *Boort*, et ceux que M. Fromholt emploie proviennent du Brésil.

Il a de plus employé un procédé de sertissage différant complètement du procédé ancien, et permettant de tenir compte, dans le montage des diamants, de leurs plans de clivage.

Le procédé qu'il a employé est le suivant :

Après avoir préparé, dans un petit bloc d'acier, une encoche permettant de recevoir le diamant, dont le poids est d'environ un demi-carat, on porte ce bloc d'acier à la température rouge au moyen d'un fourneau à moufle de laboratoire, puis on dépose le diamant dans l'encoche préparée et l'on fait passer immédiatement le tout entre les cylindres d'un petit laminoir à quatre cylindres, le bloc d'acier est déformé dans tous les sens, et le diamant est complètement enchâssé dans le bloc d'acier, en émergeant légèrement de l'une des faces de ce bloc.

Il suffit ensuite de façonner le bloc d'acier de manière à amener la pierre dure dans la face travaillante de l'outil tout monté, puis de préparer un autre bloc renfermant un autre diamant, le placer sur le même porte-outil qui le précède, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on ait garni les faces travaillantes de l'outil, quelle que soit sa forme, de ces petites aspérités, formées de ces petits diamants et venant préparer l'entaille ou régulariser la forme de la surface à produire.

Il nous a été donné de voir un des outils complètement terminé et composé de 125 diamants, d'environ un demi-carat chacun, et d'une valeur de 5 francs à 12 fr. 50, suivant leurs dimensions. Ces diamants étaient répartis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tout au pourtour d'une lame d'acier de $1^m,60$ de diamètre et de 6 millimètres d'épaisseur, et cette lame, tournant autour d'un axe horizontal, était destinée à débiter des blocs de pierre dure, en produisant un trait d'une largeur de 8 millimètres environ.

Les différents diamants étaient répartis de telle manière que la tranche de la lame soit occupée par des outils de faible largeur chacun, et chevauchant sur cette largeur de 6 millimètres.

La section à angle droit était obtenue par d'autres diamants s'arrêtant exactement au point de rencontre de la surface cylindrique du disque en acier avec chacune des faces latérales; enfin, d'autres pierres étaient disposées sur ces faces latérales, et c'est ce qui explique le nombre assez considérable des éléments composant, par leur ensemble, l'outil complet.

L'outillage nécessaire pour préparer mécaniquement les petits blocs d'acier, les ajuster dans les rainures préparées dans le disque, et enfin les y fixer, mérite d'être indiqué avec quelques détails.

Ces travaux comportent cinq opérations distinctes :

1° Sertissage des diamants dans les blocs d'acier.

2° Fraisage en V des porte-diamants.

3° Défonçage de la lame d'acier à la meule d'émeri.

4° Fraisage en V des encoches obtenues dans la lame.

5° Montage des porte-diamants sur la lame.

Sertisseuse mécanique.

Cette machine, représentée planche 97, est destinée à sertir mécaniquement les diamants dans les pièces d'acier que l'on rapporte ensuite sur les lames.

Elle se compose de deux galets A, A′ (fig. 1, 2, 3), montés sur deux axes verticaux, et de deux galets B, B′, montés entre les deux premiers, sur deux arbres horizontaux, le galet horizontal inférieur B′ peut être remplacé par un plan horizontal.

Les axes des deux premiers galets A, A′, portent, à leur partie supérieure, deux roues à vis sans fin C, C′, commandées par deux vis à pas contraire D, D′, montées sur un arbre E, mû à la main par un volant F, dans un sens ou dans l'autre. Les deux supports G, G′, des galets A, A′, sont fixés par des boulons sur un bâti H sur lequel ils peuvent coulisser, de façon à régler leur écartement. Les deux galets B, B′, sont fous sur leurs axes; ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

axes sont montés dans des supports I, I', fixés aussi par des boulons sur le bâti H et également réglables comme écartement.

Sur le support I' du galet inférieur B' est fixé un guide K (fig. 4) sur lequel glisse la pièce à travailler. Cette pièce est guidée latéralement par deux autres guides L, L' (fig. 4, 6), fixés chacun sur les douilles supérieures des supports G, G', des galets A, A'.

Le diamant étant placé dans un alvéole préparé dans une barre d'acier

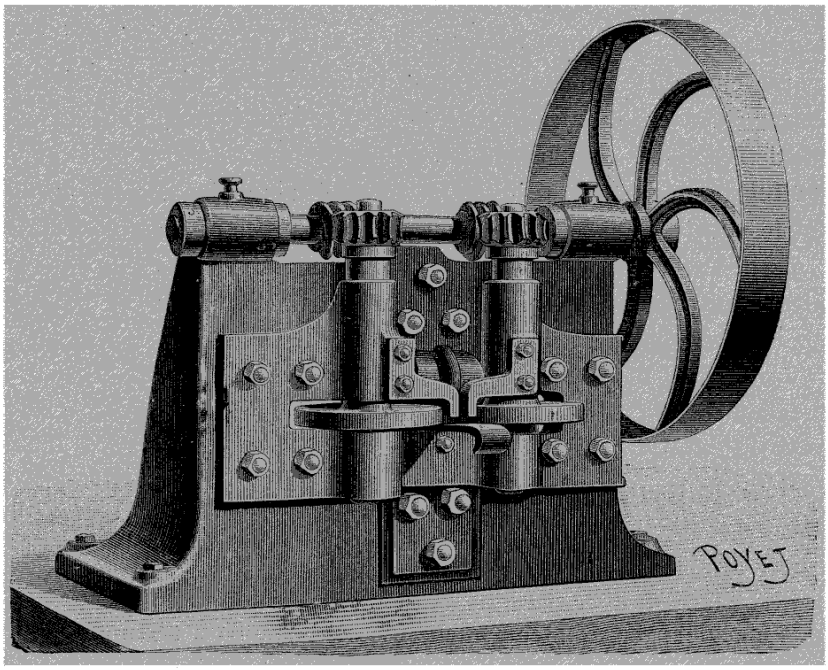


Fig. 1. — Sertisseuse mécanique *Fromholt*.

chauffée préalablement, on introduit cette barre entre les galets, en actionnant les galets A, A', au moyen du volant F. Le diamant est ainsi serré dans la barre qui subit un laminage dans tous les sens et peut être mise à la dimension que l'on désire. Suivant la profondeur ou l'emplacement de l'alvéole, on obtient des diamants d'arête, tranchants ou de flanc. La barre est ensuite recoupée à la longueur voulue, 15 millimètres environ.

La commande, au lieu d'être faite dans les deux sens et à la main, au moyen d'un volant, peut se faire au moteur en remplaçant le volant F par une poulie, comme le montre la figure 1 sur bois ci-dessus. En employant cette transmission, le mouvement a toujours lieu dans le même sens, et les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

barres étant recoupées par avance, les pièces tombent derrière le bâti après être passées entre les différents galets composant ce petit laminoir à quatre cylindres.

Machine à fraiser les porte-diamants.

Les porte-diamants, obtenus au moyen de la machine précédente, sont passés dans une machine à fraiser spéciale. Cette machine, représentée

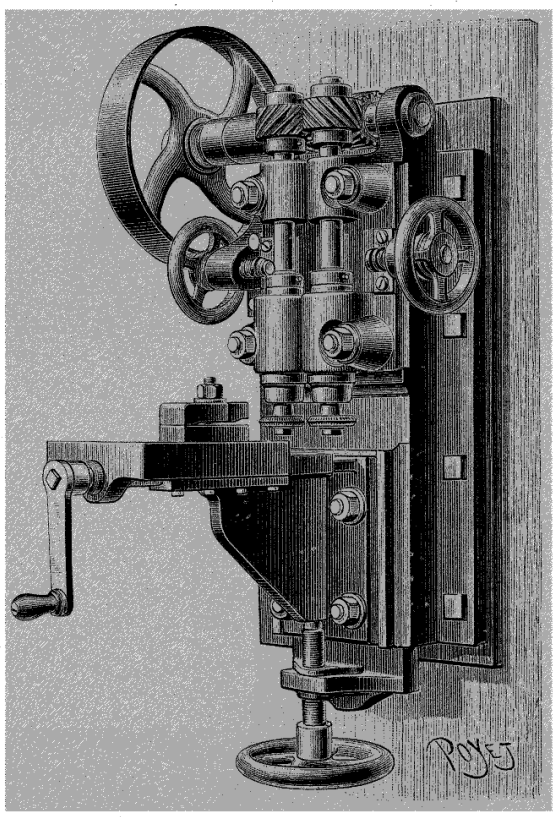


Fig. 2. — Machine à fraiser les porte-diamants.

figure 2, se compose de deux arbres verticaux portant deux fraises en V qui donnent aux porte-diamants le même profil en creux.

Ces arbres sont montés sur des supports dont on peut régler la distance au moyen de vis; ils sont commandés par des engrenages hélicoïdaux calés sur ces axes et sur un arbre horizontal portant la poulie de commande.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le chariot qui porte la pièce peut se régler en hauteur par une vis verticale terminée par un volant mû à la main, et son mouvement d'avancement vers les fraises est donné par vis et manivelle.

Machine à défoncer les lames.

Les lames, droites ou circulaires, sont défoncées à la meule d'émeri.

La machine servant à faire ce travail est représentée figure 3 et se com-

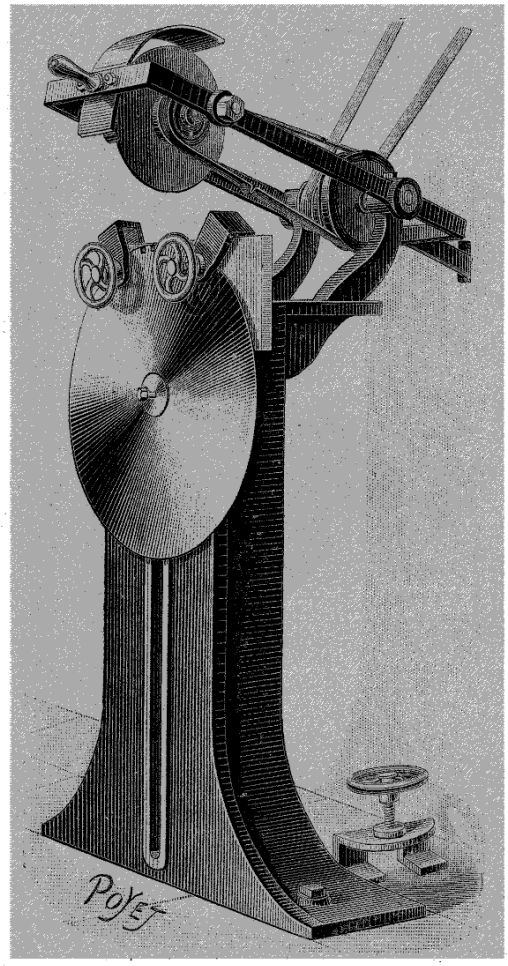


Fig. 3. — Machine à défoncer les lames.

pose d'un bâti vertical sur lequel on fixe la lame, supposée circulaire dans l'exemple représenté dans la figure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un arbre horizontal portant la meule est mis en mouvement par une transmission disposée de telle manière que cette meule peut s'élever ou s'abaisser tout en tournant sur elle-même.

Le cadre portant la meule est muni d'une poignée que dirige l'ouvrier, et un contrepoids permet le relevage automatique du cadre et, par suite, de la meule, lorsque l'ouvrier abandonne le cadre à lui-même.

Machine à fraiser les lames.

La figure 4 représente la machine destinée à donner aux encoches pré-

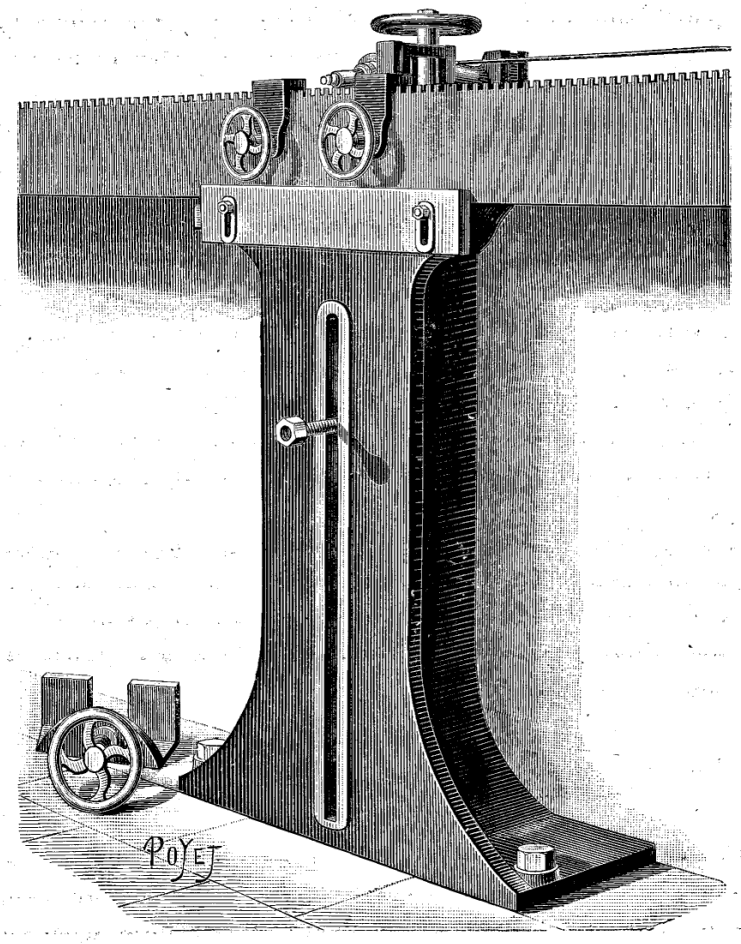


Fig. 4. — Machine à fraiser les lames.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parées sur la lame d'acier le contre-profil en V des porte-diamants. Dans l'exemple pris sur cette figure, il s'agit d'une lame rectiligne.

Cette machine se compose d'un chariot qui, au moyen d'une vis, peut monter ou descendre. Ce chariot porte l'axe des fraises devant effectuer le travail. Ces fraises travaillent sur le champ de la lame qui est fixée au bâti. Ce support est disposé de manière à pouvoir y fixer soit une lame droite, soit une lame circulaire.

Montage des porte-diamants sur les lames.

Les porte-diamants, fraisés au moyen de la machine représentée figure 2, et mis d'égale hauteur, sont introduits dans les encoches préparées mécaniquement dans les lames, au moyen des appareils représentés figure 3 et 4. Ces encoches fraisées ont exactement la même profondeur, on est donc assuré que les diamants travailleront tous suivant la même circonférence, s'il s'agit de scies circulaires.

Les porte-diamants sont maintenus en place, sur le disque ou la lame, au moyen de vis ou de rivets prenant à la fois les deux pièces.

Ces outils, ainsi montés, peuvent, suivant la forme de leur support, servir au débitage des pierres dures en employant soit un mouvement rectiligne alternatif, soit un mouvement circulaire continu.

Ils peuvent aussi, étant montés sur des outils rotatifs de différentes formes, servir au moulurage et au tournage de divers matériaux de construction.

Comme premier exemple, nous indiquerons un appareil à mouvement rectiligne alternatif destiné à refendre les blocs et à scier des pierres de trop grandes dimensions pour être débitées à la scie circulaire.

Les dimensions principales de la machine, représentée planche 98, sont les suivantes :

Longueur de la lame.	$4^{m},00$
Longueur du sciage	$3^{m},00$
Hauteur —	$1^{m},40$

Cette machine se compose de quatre montants en fonte dans lesquels descendent les axes de deux galets d'assez grand diamètre sur lesquels se déplace horizontalement le châssis de la lame; d'un plateau-manivelle commandant le mouvement alternatif de la lame; d'une série d'organes compo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sant le mouvement de descente du châssis porte-lame ; et enfin d'un chariot monté sur roues circulant sur des rails et portant le bloc à scier.

Les quatre montants H, H_1, H', H'_1, sont fixés dans le sol. Dans ces montants peuvent glisser de longs coulisseaux G, G' portant les deux galets E, F.

Ces deux galets supportent un fer à double T, D, constituant la partie supérieure du châssis vertical mobile B portant, à sa partie inférieure, la lame de sciage A. En C se trouvent les deux tendeurs de la lame qui peuvent être déplacés par des écrous *b;* des boulons transversaux *c* permettent d'assurer la verticalité de la lame.

Cette lame est en outre guidée, à la partie inférieure du châssis, par quatre cornières K, K_1, K', K'_1, fixées au châssis et coulissant entre quatre cornières verticales I, I_1, I', I'_1 fixées aux quatre montants H, H_1, H', H'_1, correspondants.

Le mouvement rectiligne alternatif est donné au châssis B, qui porte la lame, au moyen du plateau-manivelle P, commandé par la transmission, et de la bielle Q qui relie ce plateau au châssis B.

Pour pouvoir effectuer la descente de la lame, les supports G, G', des axes des galets E, F, sont actionnés par deux vis verticales L, L', et des écrous disposés aux centres de deux roues d'angle M, M'. Ces roues sont commandées par les pignons O, O', calés aux deux extrémités d'un arbre horizontal N qui reçoit un mouvement de rotation du plateau manivelle P de la façon suivante :

Deux poulies R et S sont réunies par une courroie, la poulie S est montée sur le même axe qu'un cône T placé en regard d'un cône T', monté sur un arbre parallèle formant une transmission à vitesse variable et portant une vis sans fin V actionnant une roue à denture hélicoïdale U montée sur un manchon X entourant l'arbre N et pouvant l'entraîner dans son mouvement de rotation.

Une transmission de mouvement plus rapide composée d'un engrenage conique *d*, monté sur l'axe du tambour T et de deux pignons coniques *e* et *f* calés sur le manchon X permet d'obtenir un mouvement de rotation plus rapide de l'axe N, et, par suite, un mouvement de descente rapide du châssis pour la mise au point, ou une montée rapide du même châssis lorsque le travail est terminé.

Il suffit, pour obtenir l'un de ces trois effets, d'agir sur une manette *h*, qui, à distance, modifie la position d'une fourchette d'embrayage *g*, laquelle,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en agissant sur le manchon X, le disposera dans trois positions différentes correspondant à l'embrayage de la roue U avec la vis V ou à l'engrènement de l'une des roues *e* ou *f* avec la roue *d*.

Le bloc à débiter Y est monté sur un chariot Z que l'on cale sur les rails, pour effectuer le travail.

Cette machine permet de scier, sur une longueur de 3 mètres :

De $0^m,30$ à $0^m,35$ de hauteur à l'heure dans le marbre blanc de Carrare, le Sainte-Anne, les Griottes, ainsi que dans les pierres calcaires, telles que le Comblanchien et la pierre de Cassis.

Dans la pierre d'Euville, la descente normale est de $0^m,70$ à l'heure, d'après les indications contenues dans une lettre de MM. Civet, Crouet, Gauthier et Cie.

Nous mentionnerons seulement les scies circulaires à outils diamantés et mises en mouvement à bras d'hommes, que M. Fromholt construit pour la petite marbrerie, et nous nous occuperons de suite de ses grands appareils circulaires dont l'un d'eux est représenté planche 99.

La lame a $2^m,20$ de diamètre, et cette machine permet le sciage de pierres de taille dures et demi-dures, jusqu'à $0^m,90$ de hauteur sur $3^m,50$ de longueur.

La machine (pl. 99) se compose d'un bâti portant la lame, d'un chariot portant le bloc à scier, et d'un mécanisme commandant l'avancement de ce chariot.

Le bâti A B C D (fig. 1 et 3), en fonte creuse et nervurée, repose horizontalement sur deux massifs en maçonnerie d'un écartement de 3 mètres; il porte deux entretoises F F_1, qui sont à $1^m,25$ environ l'une de l'autre. Ces deux entretoises et la face A B du bâti portent trois paliers qui reçoivent l'arbre E E_1 de la lame, en dessous du bâti.

La lame *l* (fig. 5, 6, 7) est fixée au moyen de deux plateaux serrés par des écrous sur la partie filetée de l'arbre comprise entre les deux entretoises F, F_1; elle peut donc voyager sur l'arbre et se déplacer de 1 mètre; cette disposition est représentée en détail figure 5.

Elle est guidée, à hauteur du centre, par quatre vis montées deux à deux sur deux douilles qui coulissent le long de deux arbres fixés au bâti; ces douilles, qui suivent le mouvement de translation de la lame, sont arrêtées par des vis de pression agissant sur les clavettes. Deux autres vis sont montées sur une douille qui coulisse le long d'un arbre R R_1 (fig. 6 et 7), placé au-dessus de la lame; cet arbre est supporté par deux arcs en fonte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L, L', rapportés sur le bâti A B C D et arrêté dans le mur de fond par un scellement, en R_1.

La lame l, ainsi guidée en trois points, présente toutes les garanties d'un bon fonctionnement.

Le chariot H, qui reçoit le bloc à scier, est placé dans une fosse, et sa partie supérieure, qui se trouve à niveau du sol, porte des rails se raccordant avec ceux de l'usine. Il coulisse sur quatre glissières parallèles $G G_1$ fixées sur des pierres de taille au fond de la fosse.

Le wagonnet T, portant le bloc à scier, est calé sur les rails du chariot.

Une transmission intermédiaire $a a'$, recevant, de la transmission principale, son mouvement par la poulie p, commande l'arbre sur lequel se trouve montée la lame l, au moyen d'un tambour calé sur $a a'$ et des poulies f, f', disposées sur l'arbre $E E_1$.

La lame de scie doit tourner à raison de 300 tours par minute, correspondant à une vitesse, à la circonférence de la lame, de $34^m,560$ par seconde.

Le chariot avance, pendant le travail, avec une vitesse qui doit pouvoir varier suivant les hauteurs ou les natures de pierres à travailler.

Il doit, en outre, la lame étant arrêtée, pouvoir avancer avec une vitesse beaucoup plus grande pour la mise au point ou le mouvement de recul nécessaire pour dégager le bloc après le travail.

L'avancement lent, pendant le travail, doit varier entre $0^m,018$ et $0^m,450$ par minute.

L'avancement rapide, la lame arrêtée, est, dans cette machine, de $1^m,570$ par minute.

La transmission spéciale à ce mouvement de déplacement horizontal présente beaucoup d'analogie avec celle employée dans la précédente machine. Nous allons l'analyser rapidement.

Le chariot porte, par-dessous, une crémaillère commandée par une vis montée sur un arbre de direction oblique par rapport à celle du mouvement du chariot.

C'est en faisant tourner cette vis, dans un sens ou dans l'autre, avec une vitesse angulaire plus ou moins grande, que l'on obtient le déplacement du chariot et, par suite, du bloc à préparer.

1° *Transmission correspondant au mouvement d'avancement pendant le travail.*

Emploi des cônes à vitesse variable h et h', vis sans fin montée à l'extré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mité d'un arbre $b\ b'$, roue à denture hélicoïdale s calée sur un manchon creux qui, dans la position de la figure, tourne sur elle-même et entraîne la rotation d'un arbre horizontal $d\,d'$, et par l'intermédiaire de pignons coniques t et u, d'un arbre vertical et de deux nouveaux pignons coniques, l'arbre portant la vis sans fin actionnant la crémaillère.

2° *Transmissions rapides correspondant à la marche rapide en avant, pour la mise au point, ou en arrière pour le recul de la pièce.* — Déplacement longitudinal du manchon creux entourant l'arbre $d\,d'$, débrayage de l'engrenage hélicoïdal s, mise en mouvement de l'arbre $c\,c'$ au moyen d'une transmission par poulies q et r, r', et d'une courroie, embrayage de l'un des engrenages coniques m ou n avec le pignon o, rotation rapide, dans un sens ou dans l'autre, de l'arbre $d\,d'$, et, par suite, au moyen de la transmission indiquée précédemment, déplacement rapide de la crémaillère fixée en dessous du chariot porte-bloc et du bloc lui-même.

Enfin, on peut, en combinant une scie circulaire diamantée avec un outil à moulures à mouvement circulaire et muni tout à son pourtour de diamants sertis par le procédé déjà indiqué, en disposant sur un plateau mobile la pierre à travailler, constituer une machine universelle à scier, moulurer et fraiser suivant des lignes droites, inclinées ou curvilignes et entailler même la pierre suivant le contour d'un gabarit; mais ce sont des machines encore à l'étude, et nous nous bornerons pour l'instant à insister sur l'emploi des outils diamantés pour les opérations du débitage des pierres dures et demi-dures, en mentionnant cependant des essais entrepris à Strasbourg pour le moulurage et le tournage des pierres au diamant.

Dans une lettre datée du 8 janvier 1891, et qui nous a été remise par M. Fromholt, M. Arnold, directeur de la Schachenmühle, donne des indications relatives au moulurage de marches d'escalier en grès des Vosges, pour lequel l'avancement était de 10 à 12 mètres à l'heure, et au tournage de colonnes en grès, pour lequel l'avancement peut être compté à raison de $0^{m},30$ à l'heure.

Quant aux machines à débiter les pierres dures, M. Fromholt a déjà construit sept grandes scies circulaires, dont le diamètre a atteint jusqu'à $2^{m},40$, et une vingtaine de scies alternatives, ces outils étant tous constitués de la même manière, en échelonnant les diamants tous les 2 centimètres lorsqu'il s'agit de scies alternatives ou tous les 4 centimètres lorsqu'il s'agit de scies circulaires.

Les attestations que nous avons pu recueillir de MM. Civet, Crouet,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Gauthier et Cie, qui exploitent les carrières d'Euville, sont excessivement favorables à l'emploi de ces appareils.

L'une d'elles mentionne que depuis le mois de juin 1891 jusqu'au 13 mars 1894, date de la lettre, une scie circulaire diamantée de 2m,20 de diamètre fonctionne continuellement, et que les exploitants continuent à en être très satisfaits, tant au point de vue de la rapidité d'action qu'à celui du bon travail.

La Société des carrières et de la sucrerie Wincqz, à Soignies (Belgique), atteste également qu'une scie circulaire de 2m,40 de diamètre fonctionne depuis trois mois environ pour le débitage des blocs de petit granit et, que, en raison des résultats obtenus, elle se décide à commander une nouvelle machine.

En raison des résultats qui viennent d'être indiqués, le Comité des Arts mécaniques pense qu'il y a lieu de faire connaître en détail, dans le *Bulletin* de la Société, le procédé de sertissage du diamant imaginé par M. Fromholt, ainsi que les principales applications qu'il en a fait, pour constituer des machines complètes pour le travail des pierres.

Il vous propose, en conséquence, de remercier M. Fromholt de sa très intéressante communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*, avec gravures sur bois, planches et légendes explicatives nécessaires pour faire comprendre les différents outils imaginés par M. Fromholt.

Signé : A. Tresca, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 *avril* 1894.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport *fait par* M. Alfred Tresca, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les* travaux de M. F.-J. Schabaver, *constructeur-mécanicien à Castres.*

Ancien élève des Écoles des Arts et Métiers, ancien préparateur du cours de mécanique appliquée aux arts au Conservatoire des Arts et Métiers, M. Schabaver a su, par son activité, créer à Castres un atelier de construction de machines, qui a pu fournir aux industriels de la région tout l'outillage qu'ils étaient obligés d'aller chercher au loin avant cette création.

Successeur de M. Delpech, fabricant de pompes, M. Schabaver s'est adonné

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à la construction des turbines hydrauliques et a pu remplacer successivement un grand nombre de roues à cuve que l'on trouvait, il y a quelques années encore, dans les Pyrénées, sans que les propriétaires de ces appareils s'inquiétassent du faible rendement de ces moteurs bien primitifs.

Au mois de décembre dernier, M. Schabaver a envoyé à la Société d'Encouragement une note intéressante sur l'installation et le fonctionnement prolongé d'une turbine ne dépensant que 100 litres d'eau par seconde et fonctionnant sous une chute très faible, $0^m,120$.

Nous avons pensé qu'au lieu de présenter un rapport sur cette petite installation, d'un genre bien spécial, il serait plus intéressant de passer en revue les principales installations hydrauliques et autres réalisées par M. Schabaver depuis plus de trente ans, et le présent rapport a été préparé pour répondre à cet objet.

C'est au type bien connu des turbines Fontaine que s'est arrêté M. Schabaver, et les différentes installations à bâche ouverte, ou à bâche fermée sont de ce type.

Lors de l'installation des machines élévatoires de la ville de Narbonne, qui date de 1866, c'est la maison Schabaver et Fourès qui entreprit la construction des turbines devant utiliser les eaux de la rivière l'Aude, sur l'emplacement de l'ancien moulin de Férioles, situé à 11 kilomètres de la ville, et les pompes servant à l'élévation des eaux pour l'alimentation de la ville.

Des difficultés spéciales se trouvaient réunies : une chute très variable, qui, dans le cas de hautes eaux, pouvait être réduite à 1 mètre, au lieu de $1^m,94$; les chances d'inondation, qui obligeaient de mettre les machines à l'abri des crues de la rivière, le niveau pouvant s'élever accidentellement de 7 mètres.

Le débit de l'eau motrice était de 3 000 litres par seconde, et l'eau devait être élevée dans les réservoirs par une conduite de refoulement, en fonte, de $0^m,35$ de diamètre, à raison de 70 litres par seconde, élevés à une hauteur de $40^m,39$.

Une seule turbine à bâche ouverte a pu être employée pour l'élévation de toute l'eau nécessaire; mais l'installation a été doublée, pour éviter tout arrêt dans l'alimentation des réservoirs.

La turbine, à double aubage, avait $2^m,12$ de diamètre extérieur, et des engrenages coniques retardateurs, dans le rapport de 1 à 2, permettaient à l'arbre horizontal commandant les pompes de ne tourner qu'à raison de 15 tours par minute.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un rapport de réception, dressé par M. Moffre, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en date du 27 mars 1870, il est rendu compte des essais de l'ensemble de l'installation sous des hauteurs de chute ayant varié de $1^m,75$ à $0^m,60$, et le rendement, en eau élevée, a été trouvé égal à 0,586, pour la hauteur de chute de $1^m,75$, correspondant à l'étiage.

Comme autre exemple de turbine à bâche ouverte, nous citerons encore celle établie dans une usine métallurgique de Castelsarrasin.

Il s'agissait d'utiliser une chute de $2^m,50$ de hauteur, et d'un débit de 5 800 litres.

La turbine choisie pour cette installation est d'un diamètre extérieur de 4 mètres et tourne à raison de 22 tours par minute.

Une transmission, commandée par engrenages coniques, tourne à raison de 60 tours par minute, et l'arbre horizontal porte un volant d'un diamètre moyen de 7 mètres et d'un poids de 44 tonnes. Enfin l'arbre de l'atelier des laminoirs, disposé au-dessous du sol, tourne à raison de 38 tours seulement par minute.

Si nous passons maintenant à l'étude de la turbine présentée dernièrement à la Société par M. Schabaver, et destinée à utiliser une chute très faible, $0^m,120$ de hauteur seulement, nous retrouvons, dans cette étude, des dispositions analogues, mais de dimensions très réduites.

La turbine a un rayon moyen de $0^m,900$, et son axe porte, à sa partie supérieure, un plateau manivelle à course variable permettant de commander une pompe horizontale, du genre des pompes castraises, que construit M. Schabaver pour différents usages. Ces pompes sont disposées de manière que l'eau et les matières étrangères qu'elle peut contenir ne soient pas obligées de traverser le corps de pompe, mais seulement la double boîte à soupapes sphériques.

L'eau prise sur le canal d'alimentation de la ville de Carcassonne, à raison de 100 litres par seconde, devait servir à l'alimentation d'un réservoir situé à la hauteur de 27 mètres, et, dans ces conditions, le rendement en eau élevée a été trouvé égal à 0,3375; rendement assez faible, il est vrai, mais qui tient à l'exiguïté des dimensions des appareils.

Cette installation, qui date de vingt ans déjà, continue à fonctionner dans des conditions très satisfaisantes.

Parmi les installations utilisant de plus hautes chutes, nous pouvons citer les turbines, de 100 chevaux chacune, établies, au nombre de trois, à la saline de Salies-du-Salat (Haute-Garonne), utilisant une chute de 11 mètres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de hauteur, et l'installation, à Mazamet, d'une turbine tournant sous 80 mètres de chute, et qui fonctionne, sans réparations, depuis 1875; cette turbine est de 150 chevaux, et son axe tourne à raison de 310 tours par minute.

Enfin, tout dernièrement, M. Schabaver a eu à faire l'étude d'une turbine devant fonctionner sous 1 000 mètres de chute ou de pression.

Il s'agissait d'obtenir, sous un petit volume, un moteur permettant de développer un travail très considérable en un temps très court, et l'on avait pensé à accumuler ce travail sous forme d'eau à la pression de cent atmosphères, pour employer cette eau, au moment voulu, à la marche d'une turbine.

Sans parler des travaux ordinaires que comporte toujours un atelier important de construction de machines, nous pouvons encore citer les types de pompes centrifuges à mince paroi qui ont fait tout dernièrement l'objet d'expériences nombreuses établissant le rendement de ces pompes suivant la hauteur d'élévation, ainsi que le nombre de tours nécessaire pour arriver à élever l'eau à une hauteur donnée.

Nous avons pensé que l'exposé sommaire des principaux travaux de M. F.-J. Schabaver, ingénieur-mécanicien à Castres, pouvait intéresser la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, et votre Comité des Arts mécaniques vous demande de remercier M. Schabaver de ses intéressantes communications et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : A. TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 11 *mai* 1894.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. L. APPERT, *au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur* UN PROCÉDÉ DE DÉCORATION DU VERRE *présenté par* M. ROBERT ENGELMANN.

M. Robert Engelmann, imprimeur lithographe à Paris, a soumis à l'examen de la Société un mode de décoration du verre basé sur l'emploi d'un procédé nouveau d'application et de cuisson de couleurs vitrifiables; il s'est inspiré à cet effet des procédés employés presque exclusivement maintenant pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la décoration de la porcelaine et de la faïence. Ces procédés consistent, comme on sait, à transporter par une simple application à la surface des objets décorés les dessins et les images obtenus par impression sur des papiers à décalque convenablement préparés.

M. Robert Engelmann opère pour le verre d'une façon presque analogue : Les couleurs vitrifiables broyées aussi finement que possible et séchées sont déposées par saupoudrage sur la feuille de papier à décalque à la surface de laquelle ont été imprimés préalablement les dessins et images par les procédés lithographiques ordinaires.

Pour que les couleurs une fois transportées sur la feuille de verre y adhèrent fortement, on recouvre les papiers ainsi imprimés d'une couche aussi mince que possible, mais en même temps très adhérente, d'un enduit composé d'huile de lin qui a été amené à une consistance analogue à celle du caoutchouc par une cuisson prolongée qui en opère l'oxydation presque complète.

Quelques heures d'immersion dans l'eau suffisent pour détremper le papier qui, en se décollant de la feuille de verre, abandonne intégralement sur la surface de cette dernière les couleurs vitrifiables qui avaient été déposées.

Pour les fixer d'une façon définitive et pour ainsi dire indélébile, ces couleurs doivent être cuites suivant leur composition à une température variant de 450 à 600 degrés, suffisante pour agglutiner les couleurs et amener la fusion des émaux sans que se ramollisse sensiblement la feuille de verre sur laquelle ils ont été déposés.

Pour effectuer cette deuxième opération M. Robert Engelmann se trouvait en présence de difficultés spéciales inhérentes au mode même d'application de ces couleurs et provenant de la présence simultanément avec elles de matières grasses et résineuses qui, en se carbonisant, puis en se brûlant, peuvent les faire craqueler ou bouillonner.

Pour éviter ces inconvénients il fallait donc que la réduction de ces matières pût se faire aussi doucement que possible et d'une façon pour ainsi dire méthodique.

M. Robert Engelmann a résolu ce problème de la façon la plus satisfaisante :

Comme il lui était impossible d'employer les appareils utilisés généralement par les peintres verriers pour la cuisson des verres de vitraux, les couleurs utilisées par ceux-ci étant délayées simplement au pinceau, avec de l'eau ou du vinaigre, M. Robert Engelmann a dû adopter une disposition de four toute spéciale qui, en lui permettant de procéder à la cuisson de ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

couleurs d'une façon méthodique et progressive et avec une précision pour ainsi dire mathématique, fût suceptible de répondre aux besoins d'une fabrication étendue.

Ce four, qu'il avait étudié primitivement avec le concours de M. Amand-Durand, auteur de travaux estimés d'héliogravure, forme la partie la plus intéressante et la plus nouvelle de son procédé : il consiste essentiellement en un couloir de plusieurs mètres de longueur, formé, comme parois verticales, de pièces réfractaires et, comme parois horizontales, de deux plaques de fonte placées l'une au-dessus de l'autre, entre lesquelles peut être développée au milieu de sa longueur une température suffisante pour amener la fusion des émaux ou des couleurs et leur adhérence au verre.

Le chauffage de ce couloir ou galerie est obtenu au moyen de plusieurs rampes de gaz disposées perpendiculairement à l'axe du fond.

Les panneaux de verre décorés voyagent d'une manière lente et continue sous l'effet d'un système de propulsion mécanique à l'aide de deux cylindres rotatifs poussant les plaques sur lesquelles sont posés ces panneaux.

Comme on peut s'en rendre compte, les feuilles de verre introduites froides à une des extrémités du four en sortent à la même température à l'autre extrémité, après avoir été soumises pendant la durée de leur séjour à l'action de températures croissantes appelées à décroître ensuite de la même manière.

La régularité d'échauffement et de refroidissement est donc la même, et c'est pourquoi il a été possible de cuire avec ce four, d'une façon à peu près certaine, des verres de grandes dimensions sans risque de casse ni de trempe.

Le succès a couronné les efforts persévérants de M. Robert Engelmann, depuis plusieurs années il livre aux peintres verriers et aux metteurs en plomb des quantités importantes de verres décorés fabriqués dans les meilleures conditions comme perfection et comme prix, aidant à leur tour à produire ces vitreries artistiques si bien faites pour orner nos habitations et en augmenter le charme et l'agrément.

Au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, je proposerai au Conseil de remercier M. Robert Engelmann, dont le nom est bien connu de la Société par les travaux de ses ancêtres, MM. Godefroy et Jean Engelmann, de son intéressante présentation et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Léon Appert, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 27 *avril* 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *au nom du Comité des Constructions et de Beaux-Arts, sur les* IMAGES DITES ANAGLYPHES *présentées par* M. L. DUCOS DU HAURON.

MESSIEURS,

Dans la séance du 26 janvier dernier, je vous ai présenté de la part de M. Louis Ducos du Hauron, sous le nom d'*anaglyphes*, des images qui semblent bizarres au premier abord, mais qui sont une très intelligente application combinée des procédées de la photographie stéréoscopique, des impressions photocollographiques et de la loi optique des couleurs complémentaires.

Comment le mot *anaglyphe* si rarement employé, et qui signifie bas-relief, ciselure en relief, peut-il convenir à l'image plate et confuse qui vous a été montrée, dont les lignes et les couleurs débordent les unes sur les autres et semblent ne présenter qu'une chaos? C'est que cette image qui paraît unique est en réalité formée par les deux images dissemblables nécessaires pour l'effet stéréoscopique, l'une destinée à l'œil droit, l'autre destinée à l'œil gauche; quand nous les regardons ensemble, superposées, tout n'est que confusion; il en serait de même si nous regardions les épreuves stéréoscopiques ordinaires dans les mêmes conditions; mais pour ces dernières la disposition des appareils est telle que les deux images sont séparées par une cloison, celle destinée à l'un des yeux est seule perceptible pour lui, l'autre est invisible, c'est comme si elle n'existait pas. La superposition de ces deux images, vues chacune isolément par l'un et par l'autre de nos yeux, se fait par un effort de convergence qui, selon nous, est la principale cause de l'effet stéréoscopique. Or on doit obtenir un résultat semblable si, par un artifice quelconque, on fait disparaître, pour chacun de nos yeux, l'image qui ne lui est pas destinée.

Déjà M. d'Almeida s'était servi des couleurs complémentaires pour obtenir sur l'écran de projection l'effet stéréoscopique visible pour les spectateurs d'un amphithéâtre; il lui suffisait d'éclairer l'une des épreuves avec la lumière rouge, l'autre avec la lumière verte, de les amener aussi bien que possible à la superposition et de les regarder avec des lunettes ayant un verre rouge et un verre vert; pour l'œil armé du verre rouge l'image rouge est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

annulée et l'épreuve verte semble obtenue en noir, pour l'œil armé du verre vert c'est l'épreuve verte qui disparaît et l'image rouge s'accuse également en noir, chaque œil ne voit donc que l'image qu'il doit recevoir et l'effet du relief stéréoscopique est obtenu.

Mais il faut, dans ce système, les appareils compliqués des projections, lanterne, écran, etc.; le résultat, très intéressant pour les spectateurs d'un amphithéâtre, est d'une réalisation impossible pour le curieux et pour l'amateur isolé.

M. Ducos du Hauron, en s'inspirant de ces précédents, a comblé cette lacune et fait disparaître ces inconvénients. Il prend deux images stéréoscopiques d'une dimension quelconque; par les procédés de photocollographie qui sont analogues à la photolithographie, il fait imprimer les deux épreuves une sur l'autre avec le repérage convenable pour l'effet stéréoscopique, l'une est imprimée en rouge clair, l'autre en bleu clair, ces deux images chevauchent l'une sur l'autre et sont tout à fait confuses; mais si on les regarde avec des lunettes appropriées munies de verres rouge et bleu assez foncés, l'effet expliqué plus haut se produit et l'image apparaît en couleur brune avec tout son effet de relief, sans qu'il soit besoin d'instruments compliqués.

Les principes de cette méthode sont nets et précis, et si nous avons eu le regret de constater qu'ils n'avaient pas été bien compris en France, dans les diverses communications qu'en a faites l'inventeur, c'est qu'avec ses propres ressources, habitant Alger, loin de tous les appuis qu'il aurait pu trouver dans la mère patrie, il n'a pu arriver à la réalisation parfaite de son invention; nous sommes même surpris des résultats qu'il est parvenu à montrer. S'il s'était trouvé dans l'industrie graphique quelque imprimeur ou éditeur qui eût donné son habileté pratique pour mettre le procédé parfaitement au point, il est probable que nous verrions d'ici peu les illustrations d'ouvrages de sciences, de voyages, d'actualité, imprimés d'après cette méthode des deux couleurs, et le lecteur ayant près de lui une face-à-main munie des deux verres colorés bien choisis eût de temps à autre, en lisant son texte, regardé avec tout leur effet de relief et de profondeur les images anaglyphes accompagnant les descriptions.

Ce qui n'a pas été fait en France est tenté en pays étranger; il faut nous attendre à voir revenir, peut-être sous un autre nom, les applications de la méthode de M. Ducos du Hauron comme nous avons vu revenir les freins à vide, puis aussi les procédés de photocollographie de Poitevin et de Tessié

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du Motay et Maréchal de Metz, sous le nom breveté d'Albertypie ; mais quand viendra ce retour, vous vous rappellerez certainement le chercheur qui vous a présenté les premiers spécimens de son invention.

Au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts nous demandons au Conseil de remercier M. Louis Ducos du Hauron de sa présentation et de lui en donner acte, en insérant le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : A. DAVANNE, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 27 *avril* 1894.

ARTS MÉCANIQUES

LA MÉCANIQUE GÉNÉRALE AMÉRICAINE A L'EXPOSITION DE CHICAGO

PAR M. G. RICHARD, MEMBRE DU CONSEIL (*Suite*) (1).

LES MACHINES A VAPEUR

Il y avait, à l'Exposition de Chicago, 23 machines à un cylindre d'une puissance totale de 3 700 chevaux, 44 compound faisant ensemble 21 155 chevaux ; 8 machines à triple expansion faisant 8 425 chevaux, et une machine à quadruple expansion de 3 000 chevaux : soit, en tout, 85 machines d'une puissance totale de 36 380 chevaux. —Parmi les exposants, on peut citer, au premier rang comme importance, la compagnie *Westinghouse Church. et Kerr,* avec six machines de 1 000 chevaux, et la compagnie *Allis,* de Millwaukee, avec sa grande compound à quadruple expansion de 3 000 chevaux. Nous ne pouvons évidemment décrire toutes ces machines, plus imposantes, en général, par leur importance même que curieuses par leurs nouveautés ; nous nous bornerons à une courte monographie des plus intéressantes d'entre elles, en insistant plus particulièrement sur la classe importante des machines rapides, et à la description des détails de construction qui nous ont

(1) Voir le *Bulletin* d'avril 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paru les plus dignes d'intérêt soit en eux-mêmes, soit comme s'écartant le plus de la pratique européenne (1).

Ainsi que nous l'avons dit (2) et comme il fallait s'y attendre, la plupart des machines exposées à Chicago ne présentaient que peu de nouveautés par rapport à celles qui figuraient à Paris à l'Exposition de 1889. Les machines fixes sont de plus en plus puissantes — mais bien faibles encore à côté des types de la marine — et l'on tend toujours à rendre ces machines de plus en plus ramassées, en augmentant leur énergie par l'emploi de plus hautes pressions et de vitesses plus rapides. — C'est souvent, si l'on considère l'économie de vapeur et d'entretien, moins un progrès que la conséquence nécessités spéciales imposées par le peu d'espace dont disposent certaines de grandes installations de force motrice, notamment les installations électriques dans les stations centrales, les grands hôtels, etc. On est arrivé, d'autre part, pour satisfaire à un grand nombre de cas où la surveillance est difficile et peu sûre, à la création de machines de puissance moyenne : jusqu'à une centaine de chevaux, très robustes, parfaitement équilibrées, à frottements bien abrités et très abondamment graissées, capables de marcher des mois sans s'arrêter, et avec une surveillance presque nulle. Ces machines rapides, peu coûteuses parce que les parties essentielles sont seules finies avec soin, ne sont pas toujours bien économiques de vapeur; mais elles répondent à un besoin : à tous les cas où il faut, dans un début, avant tout s'installer vite, à peu de frais, marcher sûrement, sans trop s'inquiéter du charbon, quitte à monter ensuite, si l'affaire réussit, une installation définitive mieux étudiée; et elles se sont, à ce titre, très rapidement répandues aux États-Unis.

En dehors de ces variétés importantes, et de quelques groupes nette-

(1) Parmi les machines tout à fait spéciales, il faut citer quelques *moteurs au gaz ammoniac liquéfié*, notamment ceux de J. Mac-Mahon (*Anhydrous Ammonia Gas as a Motive Power*, by W. Morgan. Draper. « American Society of Mechanical Engineers », août 1893, vol. XIV, p. 762. *Revue industrielle*, 18, 25 nov. 1893. *Génie Civil*, 19 mai 1894. Brevets américains, 525 858 et 525 859 de 1891), mais les essais de ces machines et d'autres analogues n'ont, jusqu'ici, justifié en rien de définitif les espérances de leurs inventeurs. (*Thurston*, « Essais de machines et chaudières à vapeur, p. 452 ».) Consulter à ce sujet : *Hirn* « Théorie mécanique de la chaleur, vol. II, p. 90 et 115. » *Haton de la Goupillière* « Cours de Machines », vol. I, p. 849, ainsi que les brevets anglais de Baudot (n° 2531, de 1871), Boutet (1801, de 1882), Campbell (3300, de 1886), Fiot (3358, de 1865), Flandrin (611, de 1865), Geisenberger (3056, de 1871), Gamgée (zéro Motor), 1451, de 1881, et *The Engineer*, 22 avril 1881, p. 295), Heaton (7274, de 1888), Hozach (6463, de 1893), Kellogg (3100, de 1881), Kerkado (3766, de 1872), Lamm (517, de 1871), Lapène (1164, de 1859), Nishagawa (1317, de 1876).

(2) *Bulletin* de janvier, p. 23.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment spécialisés, commes les machines de pompes, par exemple, la machine à vapeur américaine est presque toujours du type Corliss horizontal, à marche lente et à longue course, comme l'indiquent les chiffres du tableau suivant :

Dimensions normales des machines Corliss américaines, d'après Stanwood*.

CYLINDRE		TOURS PAR MINUTE.	VITESSE DU PISTON en mètres par seconde.	PUISSANCE INDIQUÉE EN CHEVAUX.			VOLANT.		
DIAMÈTRE. en millim.	COURSE. en millim.			NOMINALE.	PRATIQUE.	MAXIMA.	DIAMÈTRE.	LARGEUR.	POIDS.
250	760	90	2,25	35	30 à 40	52	2m,75	350mm	2200k**
300	760	85	2,13	55	50 à 60	70	3 »	400	2700
300	915	85	2,55	66	60 à 75	85	3 »	460	3200
350	915	80	2,40	85	75 à 93	110	3 »	530	3600
350	1m,05	80	2,80	99	90 à 105	125	3,65	530	4000
400	1,05	75	2,73	120	105 à 130	150	4 »	530	4500
400	1,22	75	3	138	125 à 150	175	4,25	530	4600
460	1,05	75	2,73	152	130 à 160	190	4,25	630	5000
460	1,22	75	3	175	150 à 190	210	4,50	660	6800
500	1,05	75	2,73	180	170 à 210	230	4,50	735	5500
500	1,22	75	3	215	190 à 230	260	4,90	735	7700
560	1,05	75	2,73	230	200 à 245	275	4,50	735	6800
560	1,22	70	2,80	244	220 à 265	300	4,90	840	9000
610	1,22	70	2,80	290	260 à 316	360	4,90	840	10400
610	1,40	66	3 »	308	276 à 333	382	5,50	840	11400
610	1,50	65	3,25	338	303 à 365	420	5,50	940	13600
660	1,22	70	2,80	346	310 à 375	430	6,10	900	13600
660	1,40	66	3 »	365	326 à 392	450	6,10	1m »	15500
660	1,50	65	3,25	400	356 à 430	500	6,10	1,10	16000
710	1,40	66	3 »	420	375 à 450	520	6,70	1,05	15500
710	1,50	65	3,25	460	410 à 490	570	6,70	1,15	17000
760	1,40	66	3 »	480	430 à 520	595	7,30	1,10	16000
760	1,50	65	3,25	525	470 à 570	650	7,30	1,25	18000

* Pressions initiales, 5k,5 à 6, 3, eff. Détente, 4 à 5, Dépense en eau par cheval heure effectif, 12k,3 sans condensation, 8k,6 avec condensation.

** Ce poids du volant est donné, à peu près, par la formule ;

$$W \text{ liv.} = 700000, \frac{d^2S}{D^2N^2} \text{ ou } W' \text{ kil.} = 45,500000, \frac{d^2S}{D^2N^2},$$

dans laquelle on désigne par :

W, le poids du volant en livres anglaises, ou W′, en kil. ;
d, le diamètre du cylindre en pouces ou en millimètres ;
S, la course du cylindre en — — —
D, le diamètre du volant en pieds — —
N. le nombre de tours par minute correspondant à une vitesse de piston de 2m,40 par seconde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Beaucoup de ces machines sont sans condensation, soit par manque d'eau, soit parce que l'on veut, comme nous l'avons dit plus haut, réduire le plus possible les frais d'installation. Les machines compound à double, à triple et même à quadruple expansion sont, au contraire, presque toutes à condensation. Les machines compound à double expansion sont aujourd'hui très répandues aux États-Unis, même parmi les machines à grande vitesse, et l'on n'en conteste plus l'économie — il n'en est pas de même des machines à triple et quadruple expansion, dont des ingénieurs très compétents, comme M. Reynolds (1), par exemple, contestent encore l'utilité, sauf pour les grandes puissances, et avec des pressions très élevées.

Je ne dirai rien ici des *machines marines* américaines, qui n'étaient guère représentées à l'Exposition de Chicago, et qui ne sont pas d'ailleurs en avance sur les machines françaises et anglaises (2). Je rappellerai seulement les grandes machines à balanciers et à moyennes pressions des bateaux de fleuves. Le balancier, qui dépasse toujours le pont du navire, a permis de donner facilement, à ces machines, la course suffisante pour actionner directement les roues de leurs navires, dont la vitesse ne dépasse guère 35 tours par minute. Ces machines, que l'on a construites aussi en Angleterre (3) atteignent parfois des dimensions gigantesques : tel est, par exemple, celle du *Puritan* (4) construite par Fletcher, de New-York, pour la « Fall. River Line ». Le navire, de 4 600 tonneaux, à roues en acier de $10^{m},50$ sur $4^{m},20$ de large, pesant 100 tonnes chacune et marchant à 24 tours par minute, est mené par une machine compound de 7 500 chevaux, — pression maxima aux chaudières 8 kil., — à cylindres de $1^{m},900$ et $2^{m},80$ de diamètre, $2^{m},70$ et $4^{m},20$ de course, avec distribution par soupape du genre Stevens. Le balancier, en fonte frettée par une bande d'acier de 240×290 millimètres, a $10^{m},20$ de long sur $5^{m},10$ de large au milieu, et pèse 42 tonnes ; son tourillon à 480 millimètres de diamètre. Les manivelles pèsent 9 tonnes ; leurs boutons ont 560×500 millimètres de diamètre. L'arbre des roues est en deux parties, de quatre tonnes

(1) *American Machinist*, 25 janvier 1894, p. 2.

(2) A consulter, sur les machines marines américaines : « *The Railroad and Engineering Journal*, juillet 1887 et janv. 1888, p. 30, « *American Machinist* », 24 nov. 1888, 17 sept., 12 nov. 1891, 24 avril 1890, 25 fév., 28 juillet 1892, 31 août 1893. *Scientific American*, supp., 18 janv. 1890, p. 11707 et 18 juin 1892, p. 13723. *Scientific American*, 23 avril 1893. *Engineering*, 24 avril 1891, p. 492, 6 mai 1892, p. 557, 7 avril 1893, p. 410, *the Engineer*, 25 avril 1890, p. 340, 2 oct. 1891, p. 272, 19 janvier 1894, p. 51, et le brevet américain *Mosher*, 486 883 de 1892.

(3) *Engineering*, 1er sept. 1893, p. 365.

(4) *Scientific American*, 7 fév. 1891. *Engineering*, 16 janv. 1891.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chacune, ayant $0^{m},70$ de diamètre aux portées. La longueur totale des tubes du condenseur à surfaces est de 23 kilomètres.

Bien que relativement très peu nombreuses encore aux États-Unis, les *machines verticales* commencent néanmoins à se répandre, principalement pour les stations électriques, où elles sont particulièrement appréciées en raison de leur faible encombrement en surface (1). Parmi les types de machines verticales exposées à Chicago, je citerai tout particulièrement la

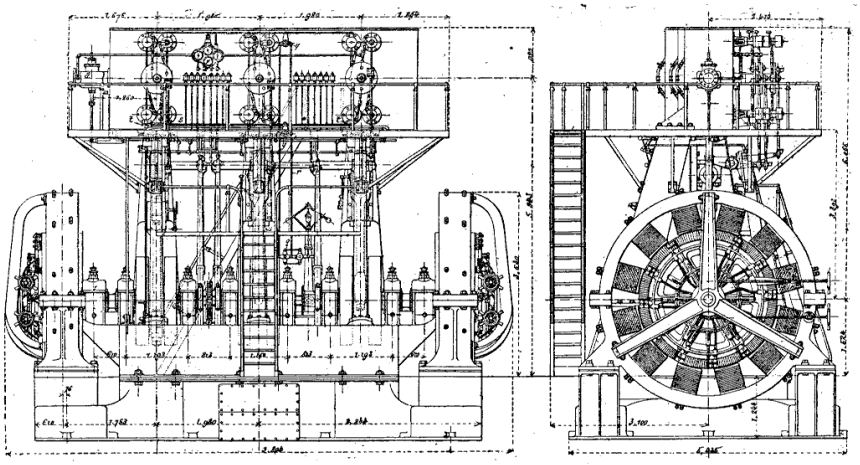


Fig. 1 et 2. — Machine verticale à triple expansion de la *Southwark Foundry C°*.
Élévation et vue par bout de la machine et de ses dynamos.

machine de la *Southwark Foundry* et celles de la Compagnie *Westinghouse*.

La machine de la *Southwark Foundry* était, comme nous l'avons dit, une compound Corliss à triple expansion, à cylindres de $570^{mm},840$ et 1,360 de diamètre, sur 915 millimètres de course; elle actionnait directement, à 100 tours par minute, deux dynamos Siemens de 2 700 ampères 150 volts chacune. Cette machine pouvait, avec une pression de 11 k. effectifs, développer de 1 600 à 1 800 chevaux à la vitesse de 100 tours par minute; c'est-à-dire, puisqu'elle n'occupe, dynamo comprise, qu'une surface de $9^{m},80 \times 5^{m},44$, ou de $53^{mq},3$, au moins 30 chevaux par mètre carré d'encombrement. Un seul régulateur commandait directement par un renvoi

(1) Pouvant aller jusqu'à 1 000 chevaux par mètre carré de base, d'après M. Baker (*American Machinist*), 18 janvier 1894, p. 11.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

q. r. s. t. (fig. 1) les déclics des quatre robinets de distribution. Les cylindres étaient à chemises de vapeur, mais pas les fonds, ce qui n'est évidemment pas à recommander. Le condenseur à surface, logé dans le bas du socle, avait sa pompe à air commandée par un moteur indépendant. La marche de cette machine était remarquablement douce et régulière (1).

Les machines *Westinghouse*, au nombre de six, de 1 000 chevaux chacune, et d'un type plus original, commandaient aussi directement leurs dynamos à la vitesse de 200 tours.

Les principales dimensions de ces machines, à condenseurs indépendants Wheeler, étaient les suivantes :

Diamètre du petit cylindre d	345 mm.
Diamètre du grand cylindre D	940 —
Rapport $\frac{D^2}{d^2} = 2{,}9$	
Course	560
Diamètre du volant	$3^m{,}35$
Poids du volant	12 000 kil.
Diamètre de l'arbre moteur	3 057 mm.
Portée	610
Diamètre du tuyau d'admission de vapeur	250
Diamètre du tuyau d'échappement de vapeur	360
Hauteur de la machine	$5^m{,}50$
Longueur	$4^m{,}50$
Largeur	$3^m{,}40$
Poids	65 t.
Encombrement par cheval	$0^{mc}{,}0153$, ou 65 ch. 3 par m. c.
Poids —	65 kil.

L'arbre de couche, à coude équilibré, tourne (fig. 3 et 4) en un bain d'huile, dans le socle qui renferme la bielle motrice et l'excentrique du tiroir de basse pression, à admission fixée aux $\frac{5}{8}$ de la course. La distribution du cylindre de haute pression se fait, au contraire, avec détente variable, au moyen d'un tiroir cylindrique de 460 millimètres de diamètre, que mène un excentrique soumis au régulateur. Cet excentrique commande la tige de son tiroir par un double renvoi, dont le premier arbre a des paliers fixes, tandis que le second tourne dans un long piston maintenu à ses deux extrémités par de l'air comprimé de manière à agir comme un ressort absorbant les chocs aux extrémités de la course du tiroir. Ce piston sert aussi à mettre la machine

(1) *The Engineer*, 7 juillet 1893. *Revue industrielle*, 27 janvier 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en train en admettant de la vapeur sur l'une puis sur l'autre de ses faces, et en manœuvrant ainsi le tiroir après en avoir débrayé l'excentrique. Ces

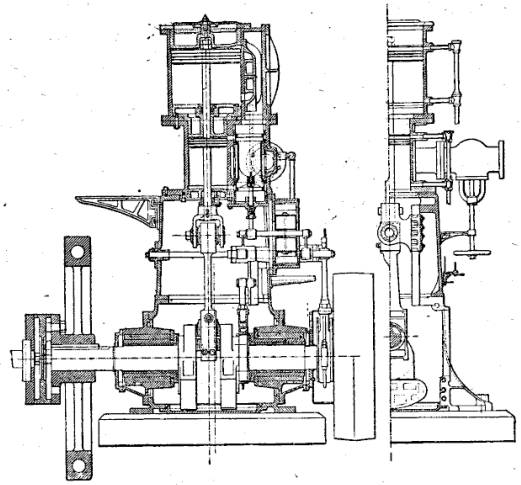


Fig. 3 et 4. — Machine compound verticale *Westinghouse* de 1 000 chevaux.

machines, très robustes, parfaitement graissées, dépensent environ 8 kilos de

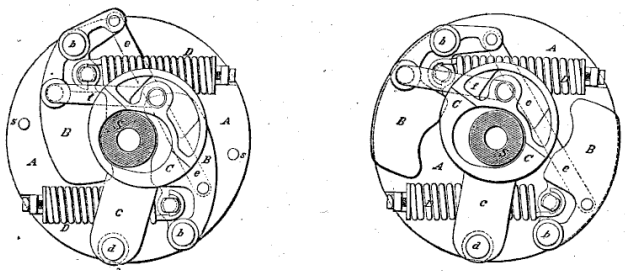


Fig. 5 et 6. — Machines *Westinghouse*. Détail du régulateur au repos et à grande vitesse.

S, arbre moteur — C, excentrique pivoté par sa queue *c* sur le tourillon *d*, solidaire du plateau A, calé sur S — B B, masses centrifuges, pivotées sur les axes *b b* de A, conjuguées par la bielle *e*, retenues par les ressorts D D, et dont l'une est reliée par la bielle *f* à l'excentrique C, de sorte que leur écartement fait pivoter cet excentrique autour de *d* comme de fig. 5 à fig. 6 — *s s*, taquets limitant l'écartement des masses B B.

vapeur par cheval effectif, et n'exigent presque pas de surveillance. Elles sont très appréciées aux États-Unis (1).

(1) A citer, parmi les machines verticales américaines, celles de la *Fitchburg C°* et de la *Philadelphia Eng. Works* (Electrical World, 10 février 1894, p. 191, et 9 janv. 1892, p. 27). *Ball and Wood* (American Machinist, 25 juin 1891) *Edison General Electric* (Engineering, 3 fév. 1893, p. 134).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le régulateur, représenté par les figures 5 et 6, est entièrement enfermé dans une boîte montée sur le bâtis, autour de l'arbre moteur, et remplie d'huile. Les masses B. B. de ce régulateur, pivotées en *b b*, sur les bras de la poulie, et conjugués par la bielle *e*, sont articulées toutes deux aux ressorts D, et

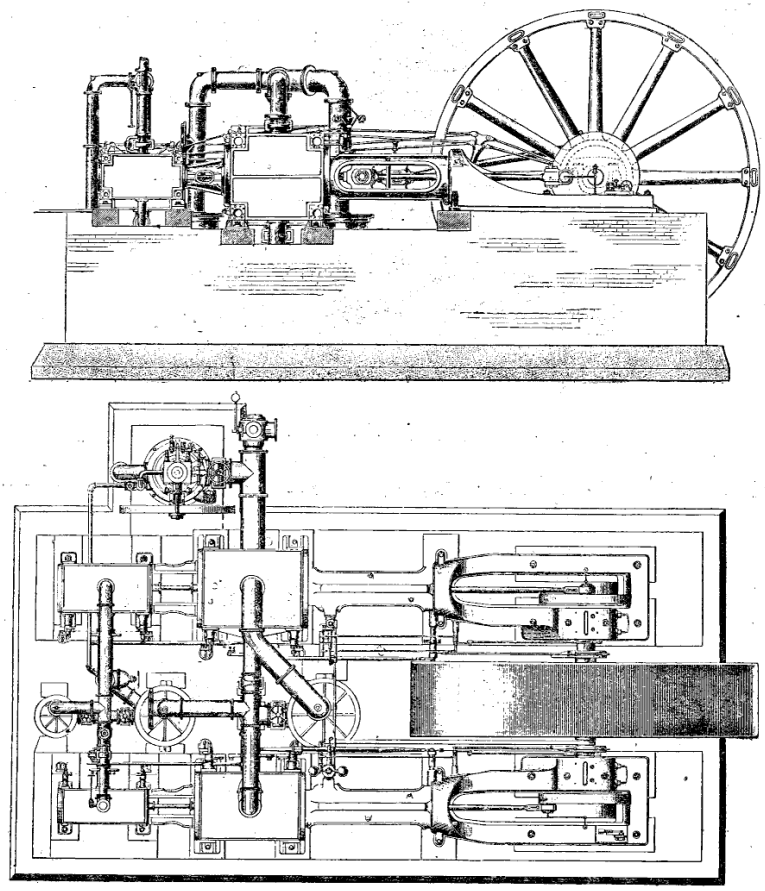


Fig. 7 et 8. — Machine *Allis* à quadruple expansion de 3 000 chevaux. Élévation et plan.

l'une d'elles seulement, par *f*, à l'excentrique C, entraîné par le tourillon *d*, autour de l'axe moteur. L'huile qui baigne les masses B vient, quand la vitesse change, repousser ces masses en vertu de son inertie, de manière à augmenter la sensibilité du régulateur, en même temps qu'elle en augmente la puissance en allégeant ses masses.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La grande machine *Allis*, à quadruple expansion et à condenseur indépendant, avait (fig. 7 et 8) une distribution Corliss-Reynolds, que nous décrirons plus bas : la vapeur passait — en marche normale — du petit cylindre de droite au premier cylindre intermédiaire de droite, au travers d'un réchauffeur, puis de ce cylindre au deuxième intermédiaire de gauche, au travers d'un second réchauffeur, et de ce cylindre à celui de détente finale, au travers d'un troisième réchauffeur. Ces réchauffeurs, disposés verticalement, avaient leurs tubes de cuivre chauffés par la vapeur de la chaudière, et traversés par celle des cylindres. Ils avaient tous la même hauteur : $3^m,20$ et respectivement 915 millimètres, $1^m,35$ et $1^m,70$ de diamètre, avec des volumes de $1^{m3},70$, $3^{m3},80$ et $5^{m3},6$. Cette machine devait, avec une pression de $12^k,5$, développer 3 000 chevaux à 60 tours. Ses principales dimensions sont les suivantes :

Diamètre du petit cylindre d	660 mm.
— du premier cylindre intermédiaire	$1^m,015$
— du second	$1^m,800$
— du grand cylindre D	$1^m,800$
Course	$1^m,830$

Rapport $\frac{D^2}{d^2} = 7,30$

Longueur de la machine	$15^m,50$
Largeur	8
Volant, diamètre	$9^m,15$
— largeur	$1^m,95$
— Poids	64 t.
Arbre de couche, diamètre au milieu	530 mm.
— — — aux portées	485
— — longueur des portées	815
Diamètre du bouton de manivelle	230

Cette machine ne présentait, en dehors de ses dimensions considérables, rien de particulièrement nouveau, et nous n'avons pu recueillir aucune donnée sur son rendement (1).

La compagnie *Buckeye*, de Salem (Ohio) avait exposé plusieurs machines, dont la plus remarquable était la machine à triple expansion représentée par les figures 9 à 22. Ainsi qu'on le voit par le plan général (fig. 9), cette machine avait quatre cylindres disposés deux par deux en tandem, symétrique-

(1) Pour plus de détails voir *Engineering*, 8 déc. 1893 et *Revue industrielle*, 10 fév. 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment de chaque côté du volant, avec manivelle à 90°; cylindre intermédiaire et de haute pression à l'avant, cylindres de basse pression à l'arrière.

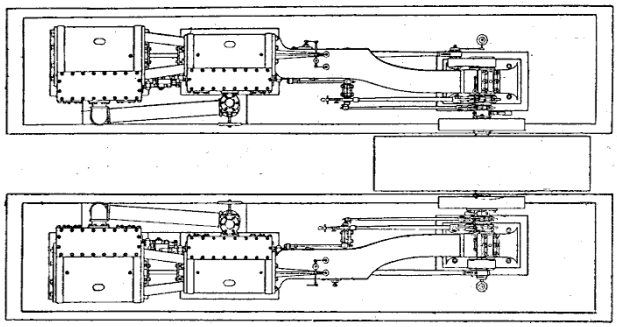


Fig. 9. — Machine *Buckeye* de 1 200 chevaux. Plan.

Les principales dimensions de cette machine sont les suivantes :

Course	1m,22
Diamètre du cylindre de basse pression d	500 mm.
— — intermédiaire d'.	820
— du cylindre de basse pression d''.	915

Rapports $\left(\frac{d'}{d}\right)^2 = 2{,}70$. $\left(\frac{d''}{d}\right)^2 = 3{,}30$

Cette machine était tarée à 1 200 chevaux, avec condensation, et à la vitesse de 80 tours par minute.

La principale caractéristique de cette machine est sa distribution, du

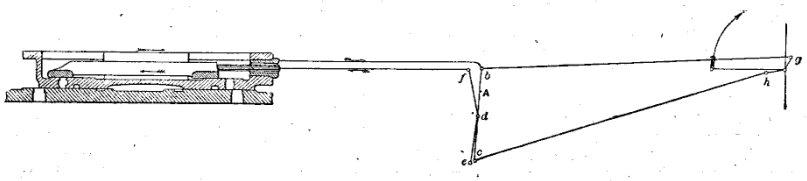


Fig. 10. — Machine *Buckeye*. Schéma de la distribution.

type *Thomson* (1). Cette distribution comporte, pour chaque cylindre, un tiroir principal I, et un tiroir de détente c c. Le tiroir principal est mené, de sa tige creuse C (fig. 13), par un excentrique invariable g (fig. 10) au moyen du

(1) Consulter sur cette distribution les mémoires de *H. Bilgram* (American Machinist, 11 fév. 1892, p. 2) et *K. Mansfield*. (American Society of Mechanical Engineers, déc. 1893), ainsi que l'ouvrage de *Spangler* « Valve Gears », p. 143 (New-York, J. Wiley, 1891).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

levier A*bc*, pivoté en *c*, et le tiroir de détente est conduit par sa tige *g* (fig. 13) au moyen d'un excentrique *h* (fig. 10), à calage variable de 100° par le régulateur, et qui agit en *c* sur un levier *f d c*, pivoté en *d* sur le levier *bc* du tiroir principal.

Il résulte, de cette disposition, que le tiroir de détente, ou le point *f*, reçoit à chaque instant deux mouvements sinusoïdaux : l'un, par *d*, synchrone avec celui du tiroir principal ou du point *b*, et l'autre déphasé de celui de *b*, suivant le calage de *h*, et que l'amplitude du mouvement relatif de *f* par rapport

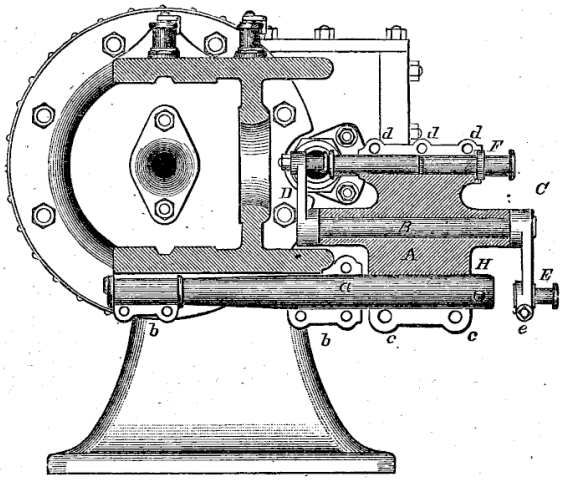


Fig. 11. — Machine *Buckeye*. Détail du double levier de distribution.

A, levier, avec douilles fendues à serrages *d d d, c c*, commandé en F par l'excentrique principal *g* (fig. 10) — et pivoté autour de l'axe H *a*, fixé en *b b* au bâti du moteur — E B D, levier coudé, pivoté en B dans A, commandé en E *e* par l'excentrique de détente *h* et commandant par D le tiroir de détente.

à *b*, ou du glissement du tiroir de détente sur le tiroir principal, est invariable, quel que soit le calage de *h* par rapport à *g*. En exécution, la combinaison des deux leviers *bc* et *fde* est réalisée de la manière indiquée sur la figure 11. L'excentrique principal y commande son tiroir par un levier A, pivoté en H, sur l'axe *a*, fixé au bâti, et correspondant au point fixe *e* de la figure 10, tandis que l'excentrique *h* commande le tiroir de détente par le levier E. B. D, dont l'axe B, correspondant au *d* de la figure 10, pivote à l'intérieur de A. — Il résulte entre autres, de la constance du glissement relatif des deux tiroirs, que leur usure est plus régulière que si l'amplitude de ce mouvement variait avec la détente. Avec le dispositif de Thomson, le tiroir de détente coupe toujours

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

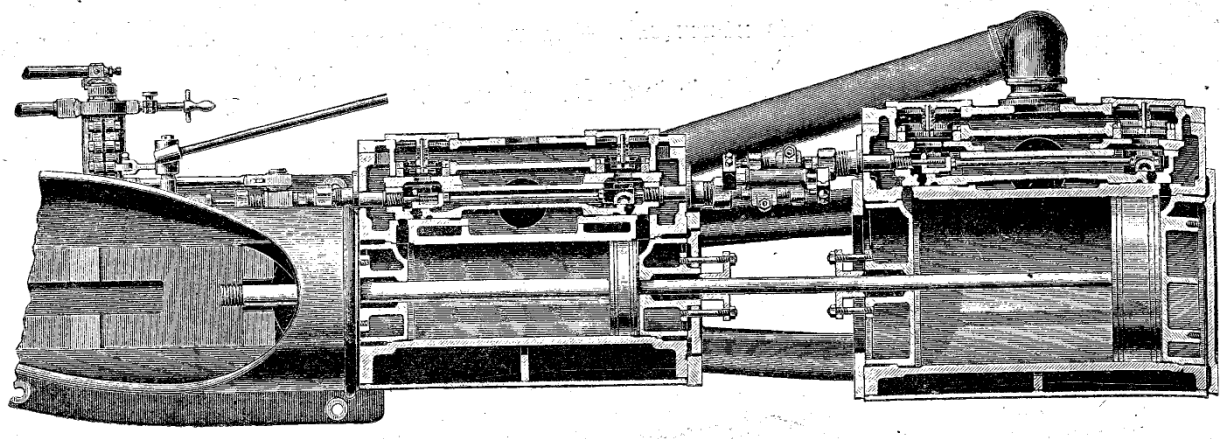


Fig. 12. — Machine *Buckeye*. Coupe des deux cylindres par la distribution.

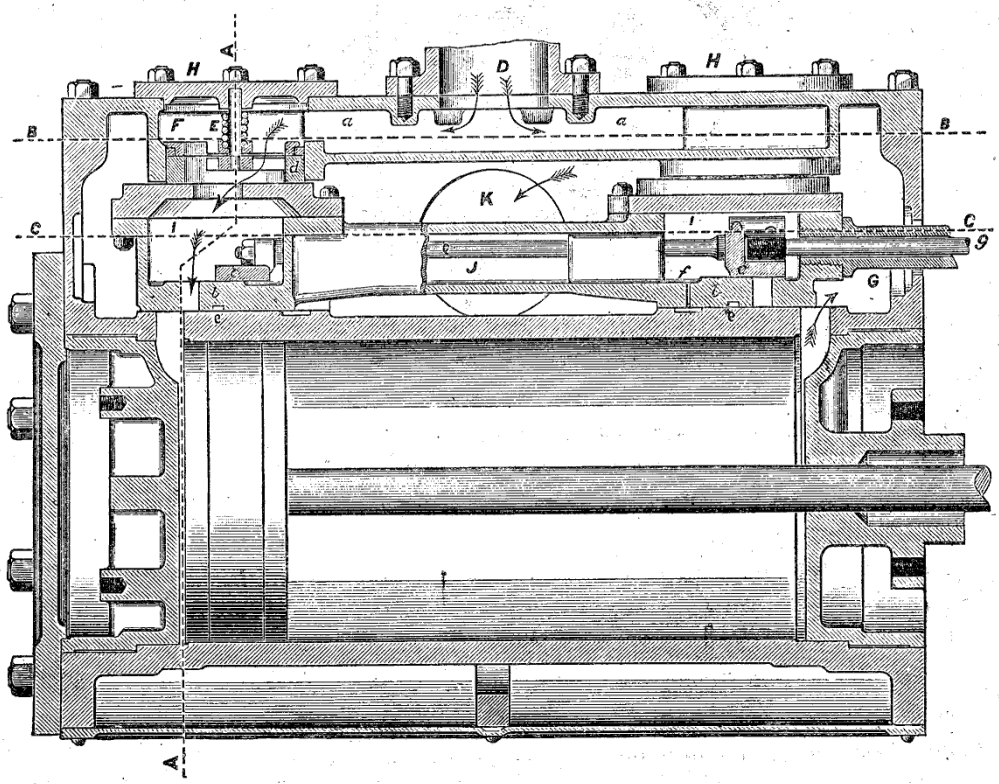


Fig. 13. — Machine *Buckeye*. Coupe verticale *b b* (fig. 14) du grand cylindre par la distribution.

J, tiroir principal, actionné par la tige creuse G, à cadre V (fig. 14 et 15) et à guides L, avec glaces *b b*, à saignées compensatrices *f f* et d'évacuation des fuites *e e* — I I, chambres avec anneaux d'équilibre F *d*, à ressorts E et à couvercle H — *c c*, *v v'* (fig. 13, 14, 15), barettes du tiroir de détente, guidées en *t t* (fig. 15), avec cadre R *h h'*, commandée par la tige *g* — D *a a*, admission de la vapeur dans les chambres I I — K, échappement autour des chambres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la vapeur lorsqu'il se trouve vers le milieu de sa course, c'est-à-dire, quand son glissement est le plus rapide; en outre, ce glissement se prolonge, après la fermeture de l'admission, sur une longueur égale, en moyenne, au tiers de sa course totale; on éviterait ainsi, paraît-il, les érosions produites par la vapeur sur les bords des lumières des tiroirs de détente ordinaires, qui fer-

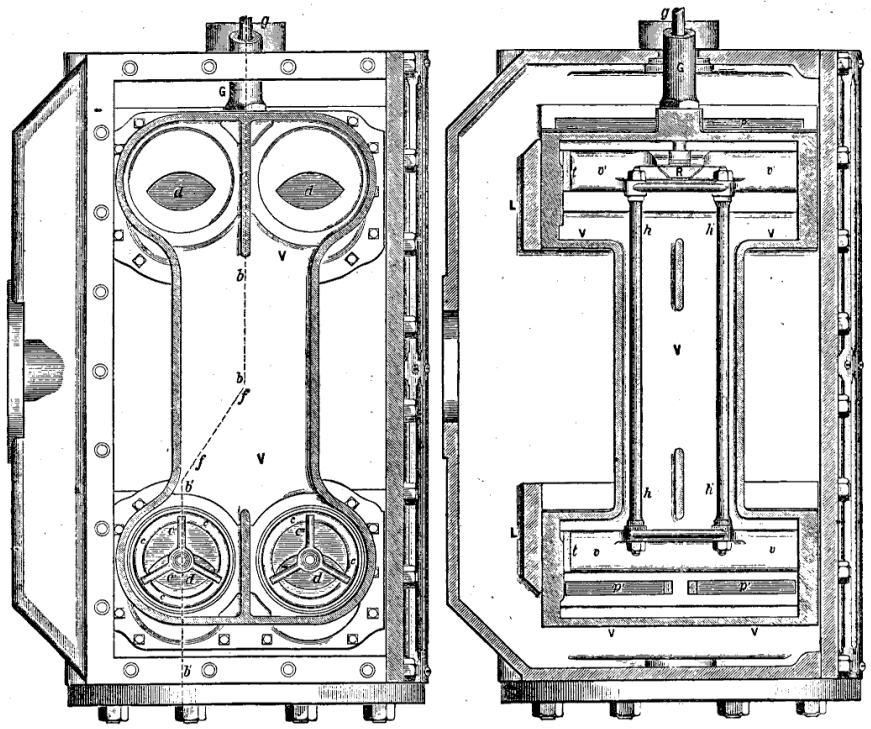


Fig. 14 et 15. — Machine *Buckeye*. Détail de la distribution. Coupes B B et C C (fig. 13).

ment avec un faible mouvement, puis restent presque immobiles sur le tiroir principal aussitôt après la fermeture de l'admission.

Ainsi qu'on le voit sur les figures 13 à 15, la vapeur admise de la chaudière en D pénètre, par les canaux *aa*, au travers des anneaux d'équilibre *dd*, dans les chambres I I du tiroir principal J, d'où elle passe au cylindre au travers des lumières découvertes par les barettes *cc* du tiroir de détente; l'échappement se fait, au contraire, par K, tout autour du tiroir principal. Afin de contre-balancer l'augmentation de la pression ou de la charge effective du tiroir pen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

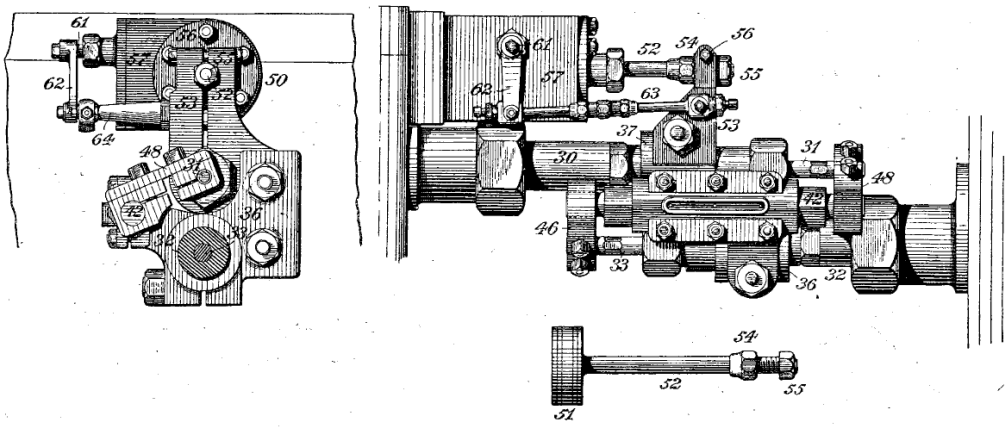


Fig. 16 à 18. — Machine *Buckeye*. Détail de la jonction des tiges des tiroirs et du cylindre compensateur.

36, grande pince reliant les tiges creuses 30 et 32 des tiroirs principaux des cylindres d'avant et d'arrière, portant, coulissé en son milieu, un carrelet 42, reliant, par les pinces 46 et 48, les tiges 31 et 33 des tiroirs de détente (tige *g*, fig. 13) — 57, cylindre à vapeur, à pistons 51, dont la tige 52 est reliée par 54, 55 à la pince 56, et dont la distribution (fig. 19) est actionnée par 53, 63, 62, 61.

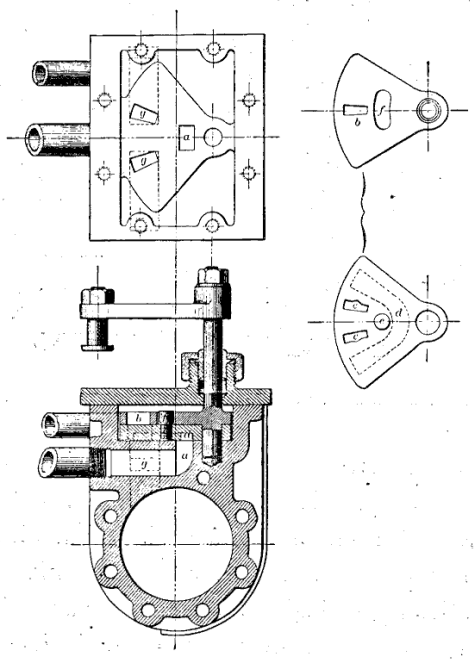


Fig. 19 à 22. — Machine *Buckeye*. Distribution du cylindre compensateur (fig. 16).

b, secteur, mené de la manivelle 62 (fig. 16) et menant, par le piston coulissé *f*, le tiroir *e*, à lumières *c c* et canal d'échappement *d* — *g g*, lumières d'admission et d'échappement — *a*, échappement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant la détente, on a pratiqué sur la glace du cylindre deux saignées, par où la vapeur pénètre à la fin de l'admission — ordinairement coupée au quart — au travers des trous *ff*, sous une surface du tiroir principal égale à celle de ces saignées; quant aux saignées *ee*, pratiquées dans le tiroir principal, elles ont pour objet d'en évacuer, à l'échappement, les fuites de vapeur, et d'en éviter ainsi le soulèvement. On voit que l'on peut, grâce à ces dispositions, régler les ressorts E de manière à limiter la pression du tiroir principal au strict nécessaire.

Ainsi que l'indiquent les figures 12 et 16, les tiges des tiroirs des deux

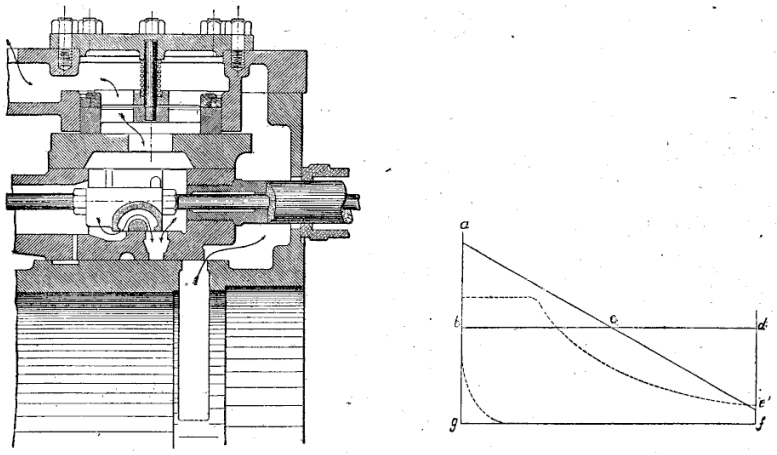


Fig. 23 et 24. — Machine *Buckeye*. Tiroir de détente à dos percé et diagramme d'inertie des tiroirs de distribution.

cylindres en tandem sont conjugées par un mécanisme robuste et très simple, qui consiste (fig. 16 à 18) à réunir les deux tiges creuses (fig. 31 et 32) des tiroirs principaux par une grande pince à écrous (fig. 36) facile à ajuster, et les tiges pleines (fig. 31 et 33) des tiroirs de détente par un carrelet (fig. 42) à deux pinces (fig. 46 et 48) et coulissé dans la grande pince.

En outre, dans les grandes machines, on ajoute à ce raccord un petit cylindre moteur auxiliaire ou compensateur (fig. 19 à 22), destiné à aider l'excentrique du tiroir principal à en vaincre la résistance d'inertie (1). Si l'on représente, en figure 24, par *a b c d e* le diagramme des forces d'inertie des

(1) Brevet américain *Mansfield*, 500 279 de 1893. Voir aussi le dispositif analogue de *Joy* the Engineer, 6 fév. 1891, p. 103).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux tiroirs principaux et de leur attirail, par $b\,d\,f\,g$ le diagramme de leur frottement supposé invariable, et par $a\,c\,e\,f\,g$ le diagramme résultant des résistances totales des tiroirs, le diagramme d'indicateur du cylindre auxiliaire, dont la tige est directement reliée à la pince du raccord, devra, comme l'indique le tracé pointillé, se rapprocher le plus possible de $a\,c\,e\,f\,g$.

Afin d'éviter le laminage de la vapeur, on emploie, sur presque tous les grands cylindres des compound Bucckye, la disposition représentée par la figure 23, due à M. C. W. *Barnaby*, qui donne, à course égale, par l'emploi

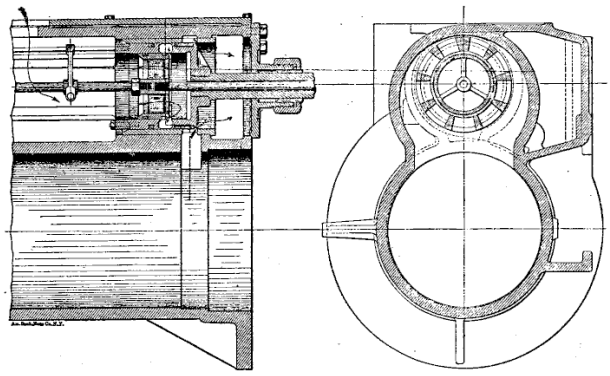


Fig. 24 et 25. — Machine *Buckeye*. Tiroir à piston.

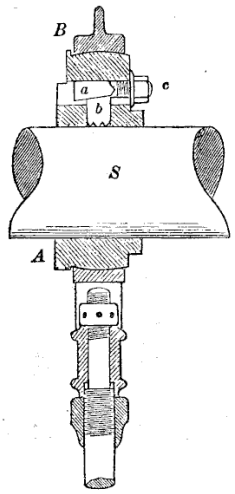


Fig. 26.— Machine *Buckeye*. Détail de l'excentrique principal.

S, arbre moteur — A, excentrique à collier sphérique B, avec calage par griffe *b*, serré par un coin *c a*.

de tuiles à dos percé, une ouverture à l'admission quatre fois plus grande au tiroir de détente et double au tiroir principal, mais en augmentant un peu les espaces nuisibles et les difficultés de construction. Quant aux cylindres de haute pression, on y rencontre souvent des tiroirs à pistons, comme celui de la figure 25, parfaitement équilibrés, très légers, et qui, grâce à la constance de leur glissement mutuel, restent facilement étanches : ces tiroirs fonctionnaient sur les cylindres de haute pression de la machine de l'Exposition.

Ainsi qu'on le voit en figure 26, les colliers des excentriques sont à portées sphériques, de manière à ne pas exiger un alignement rigoureux de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

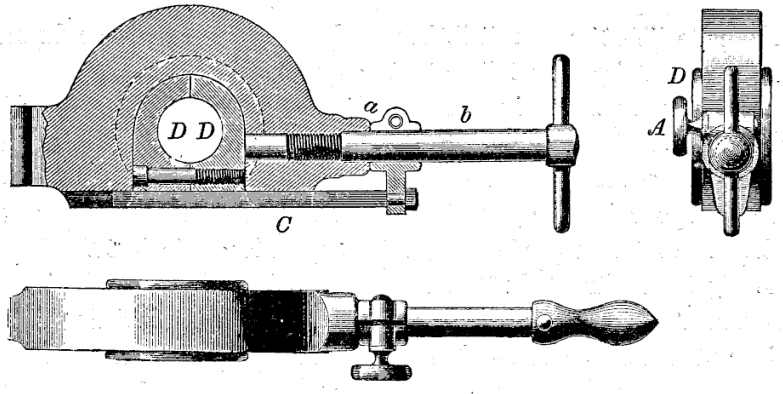


Fig. 27 à 29. — Machine *Buckeye*. Détail de l'attaque des tiges de tiroir.
DD, coussinets à vis de serrage *b*, avec pince A *a*, fixant la coulisse de retenue C.

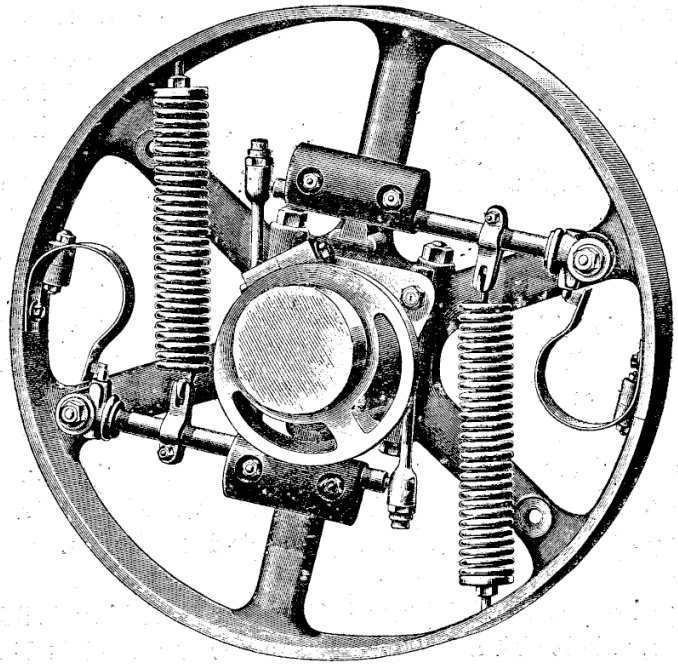


Fig. 30. — Régulateur *Buckeye*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tige, et cette liberté a, paraît-il, beaucoup amélioré la douceur du mouvement de l'excentrique, en évitant tout danger de chauffage.

Les bielles des excentriques sont reliées aux tourillons E. F., (fig. 11) par un pied-de-biche à vis de serrage B. *b*. (fig. 27) et une pince de fixation *a* A. Il suffit de desserrer cette pince, de la ramener sur *b* avec la coulisse C, puis de retirer *b*, pour dégager complètement le pied-de-biche. Le jeu des coussinets D. D. se rattrape par le serrage de *b*, après les avoir limés.

Le régulateur direct, du type *Thomson et Hunt*, l'un des premiers de ce genre aux États-Unis, est représenté par la figure 30 assez clairement pour n'exiger aucune exlication, sauf à signaler l'addition de deux ressorts à lames,

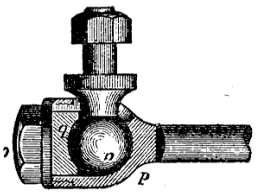


Fig. 31. — Machine *Buckeye*. Attache des tiges P du régulateur aux bras du volant, par une articulation sphérique *aq*.

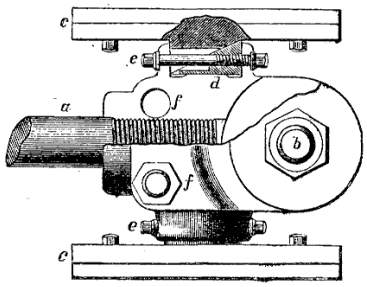


Fig. 32. — Machine *Buckeye*. Détail de la crosse du piston.

a, tige du piston, filetée dans le manchon de la crosse fendu et serré par les boulons *f f*. Cet assemblage remplace avantageusement les clavettes. *c c*, semelles en bronze à garniture Babbitt, avec coins de réglage *d*, à vis *e*.

dont la poussée initiale sur les talons des bras aide à faciliter le départ du régulateur jusqu'à la vitesse normale de la machine, point à partir duquel ils cessent d'agir : le régulateur n'obéissant plus qu'aux grands ressorts, dont la tension règle sa sensibilité.

Nous signalerons enfin, comme détails de construction, la crosse du piston (fig. 32) et le graissage des boutons de manivelle (fig. 33), qui s'expliquent suffisamment par les légendes de leurs figures.

Je citerai encore (fig. 34 à 36), parmi les grandes machines de l'Exposition de Chicago, celle de MM. *Mac Intosh et Seymour :* compound double tandem, à cylindres de 460 et 815 millimètres de diamètre sur 915 de course. Cette machine développe, avec une pression initiale de 9 kil., et à 115 tours, une puis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sance de 1200 chevaux. Le volant, de 4m,90 de diamètre sur 2 mètres de large, pèse 28 tonnes ; la machine pèse 113 tonnes, soit près de 95 kilos par cheval. La distribution par tiroirs cylindriques, que nous décrivons plus bas, est conduite, pour les deux machines de droite et de gauche, par quatre excentriques, avec

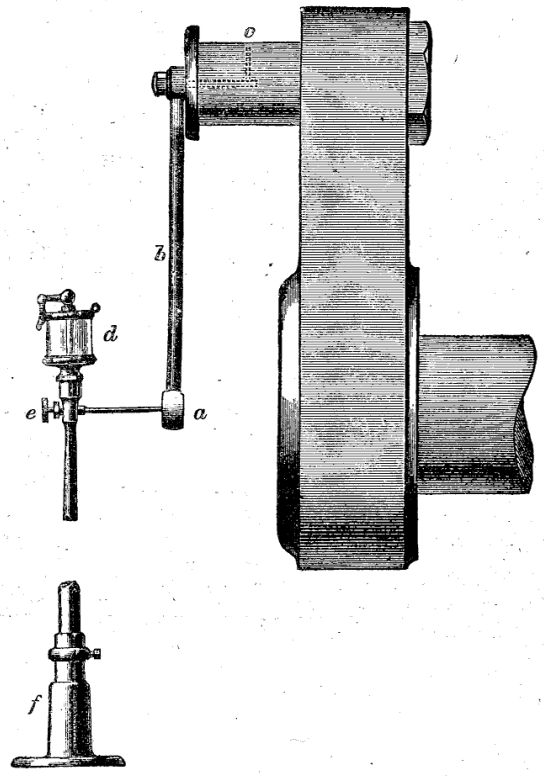


Fig. 33. — Machine *Buckeye*. Graissage du bouton de manivelle.

d, graisseur, à support réglable *f* — avec robinet *e*, admettant l'huile dans l'œillet *a*, concentrique à l'axe de l'arbre moteur, et d'où elle passe en *c*, par la tige creuse *b*.

arbre auxiliaire mené, de l'arbre moteur, par une menotte *b*, analogue au *drag link* des machines marines à roues. Ces excentriques sont ainsi réduits et parfaitement accessibles. L'excentrique *a* : un par machine, commande les tiroirs d'admission, à la tige desquels il est relié par un renvoi et par une courte bielle à menotte *m* (fig. 36), corrigeant la perturbation due à l'obliquité des bielles. Les deux excentriques de détente *c* et *c'*, calés sur le manchon du régu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lateur direct monté sur leur poulie, actionnent respectivement : l'un les deux tiroirs de détente de la machine de droite, par *e* et *f*, et l'autre ceux de la machine

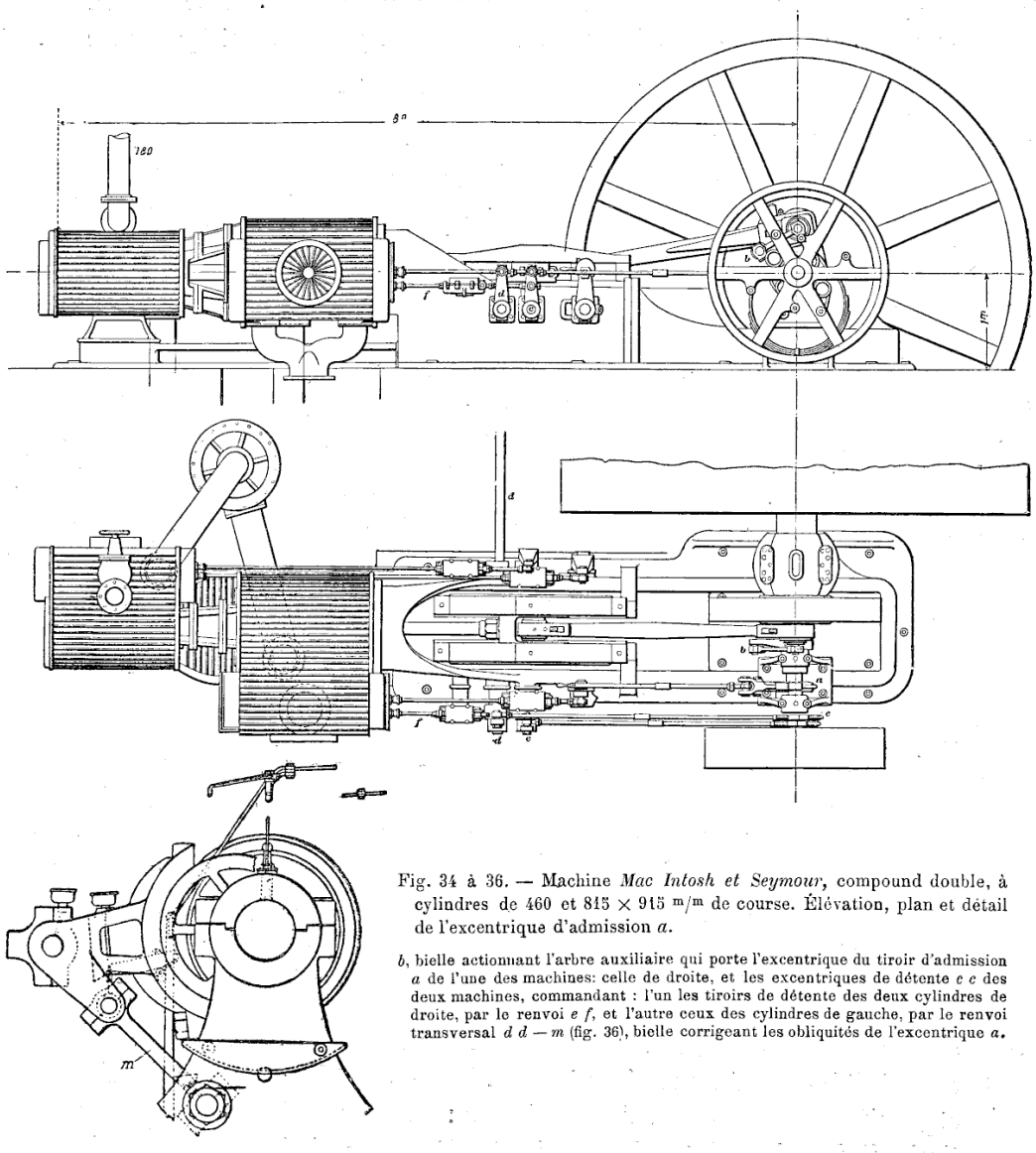


Fig. 34 à 36. — Machine *Mac Intosh et Seymour*, compound double, à cylindres de 460 et 815 × 915 m/m de course. Élévation, plan et détail de l'excentrique d'admission *a*.

b, bielle actionnant l'arbre auxiliaire qui porte l'excentrique du tiroir d'admission *a* de l'une des machines: celle de droite, et les excentriques de détente *c c* des deux machines, commandant : l'un les tiroirs de détente des deux cylindres de droite, par le renvoi *e f*, et l'autre ceux des cylindres de gauche, par le renvoi transversal *d d* — *m* (fig. 36), bielle corrigeant les obliquités de l'excentrique *a*.

de gauche, par le renvoi transversal *d d*. Les cylindres sont entièrement enveloppés, et la vapeur des enveloppes des petits cylindres circule activement de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la chaudière à ces cylindres, au travers d'un serpentin qui réchauffe la vapeur dans son passage du petit au grand cylindre. Le graissage est particulièrement soigné : les coussinets de tête sont à joints sphériques et rafraîchis, ainsi que les glissières, par une circulation d'eau.

Les Machines rapides.

Les *machines rapides* simples ou compound, sans condensation, figuraient en très grand nombre à l'Exposition de Chicago. La première en date de ces

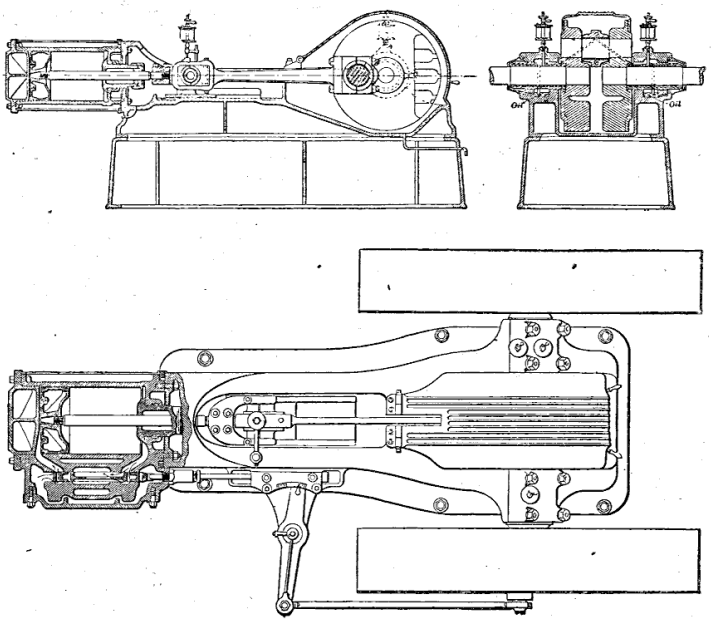


Fig. 37 à 39. — Machine rapide *Robb Armstrong*. Coupe longitudinale.
Coupe par l'arbre moteur et plan-coupe par le cylindre.

machines paraît être la remarquable machine *Porter Allen*, qui n'a peut-être pas encore été surpassée sous bien des rapports par les machines actuelles à régulateur direct. La forme si rationnelle du bâti Allen est encore conservée par un grand nombre de ces machines; tel est, par exemple, le cas de la machine *Robb Armstrong* (fig. 37), remarquable par sa rigidité, bien que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son poids ne dépasse pas 50 kilos par cheval. Les disques-manivelles en fonte ont une forme telle qu'ils occupent en largeur le moins d'espace possible. L'arbre de couche tourne dans de très longues bagues en fonte, garnies de métal Babbitt, ajustées à la meule avec une grande précision, de manière à pouvoir être interchangeables. Le graissage de ces portées se fait par deux anneaux fous sur l'arbre et tournant dans un bain d'huile — une partie de cette huile, ramassée par des encoches des disques manivelles, est projetée par

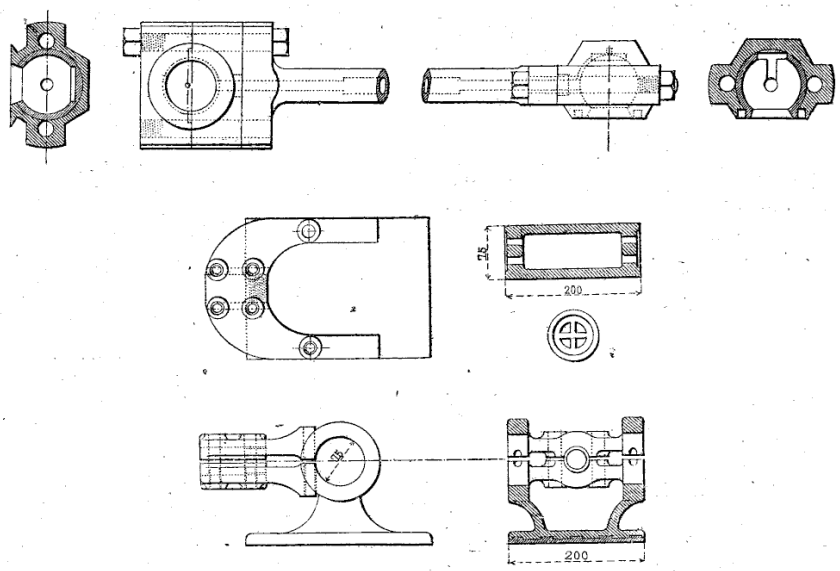


Fig. 40 à 47. — Machine *Robb Armstrong*. Détail de la bielle d'excentrique et de la crosse du piston.

la force centrifuge dans le coussinet de la tête de bielle, au travers de deux canaux de 13 millimètres de diamètre, creusés dans l'axe du bouton de manivelle et dans les disques, comme l'indique la figure 38. La distribution est faite par un tiroir plan équilibré à double entrée, actionné, du bouton d'excentrique monté sur le volant et soumis à un régulateur direct, par un renvoi horizontal parfaitement guidé, auquel la bielle du bouton est articulée (fig. 40) par un joint sphérique en bronze phosphoreux, fermé de manière à empêcher l'échappement de l'huile qui s'évacue peu à peu, par l'intérieur de la bielle, vers l'articulation analogue du bouton d'excentrique. — Un index du renvoi facilite le réglage de la distribution. — La crosse, en acier fondu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

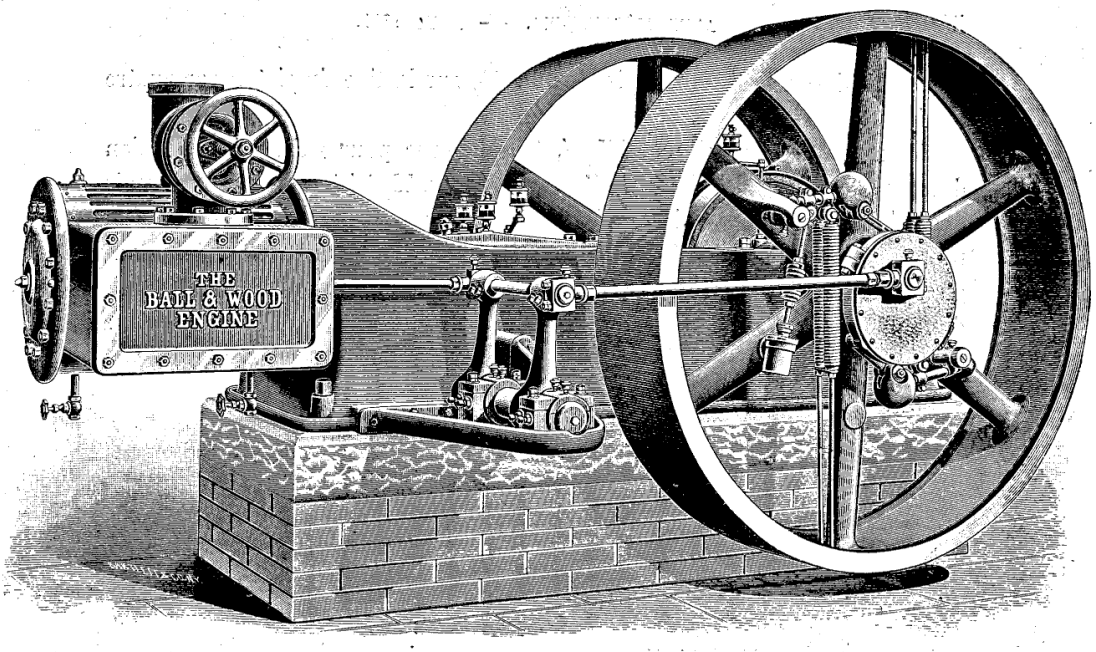


Fig. 48. — Machine rapide *Ball and Wood*.

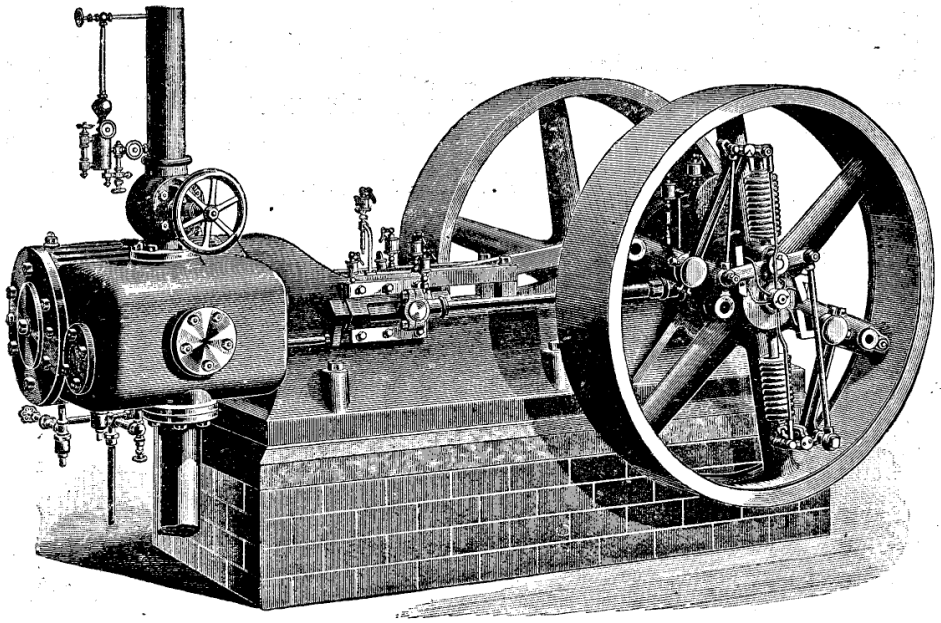


Fig. 49. — Machine rapide de *Dick et Church* (Meadville). Diamètre du piston, 465 m/m. Course, 460. Puissance : 300 chevaux, à 220 tours, avec une pression initiale de 8k,50.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec semelle en bronze, est pincée (fig. 44) sur la tige du piston par quatre boulons et sans clavette.

La machine de *Ball and Wood*, trop connue pour qu'il soit utile d'en donner une description détaillée (1), est aussi (fig. 48) à bâti Porter Allen, mais avec double renvoi vertical. L'emploi d'un au moins de ces renvois est presque toujours nécessaire avec ce type de machines, en raison de la longueur des portées, quand on veut placer l'excentrique en dehors du volant, dans une situation bien accessible ; mais, souvent, on ne place à l'extérieur que le mécanisme du régulateur : tel est, par exemple, le cas des machines de

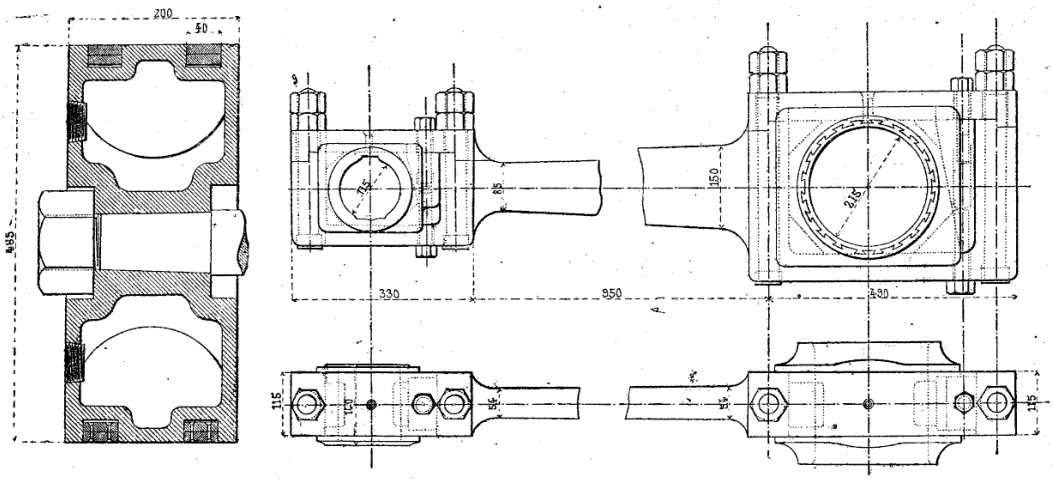


Fig. 50 à 52. — Machine *Dick et Church*. Détail du piston et de la bielle motrice.

Dick et *Church* (fig. 49) Cette machine, dont nous décrivons plus bas le régulateur et la distribution, a un cylindre de 465 millimètres de diamètre sur 460 de course, et fait 300 chevaux à 220 tours, avec une pression d'admission de $8^k,50$. Le piston (fig. 50), de 200 millimètres d'épaisseur, est à larges segments, pour ne jamais accrocher les lumières. La bielle en acier a (fig. 51) les coussinets de sa grosse tête, avec brides et à garniture Babbitt, ajustés par un coin à deux boulons opposés qui se calent mutuellement ; les coussinets de la petite tête sont en bronze. Les paliers sont aussi (fig. 53) à garniture Babbitt, et d'un type élégant, simple et robuste. L'arbre en acier, de 215 millimètres de diamètre et d'une seule pièce, a sa portée percée d'un trou auquel l'huile arrive par

(1) *Thurston* (Stationary Iteam Engines, p. 136).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un lécheur à compte-gouttes; les disques équilibreurs en fonte sont (fig. 61) fixés sur son coude par quatre goujons.

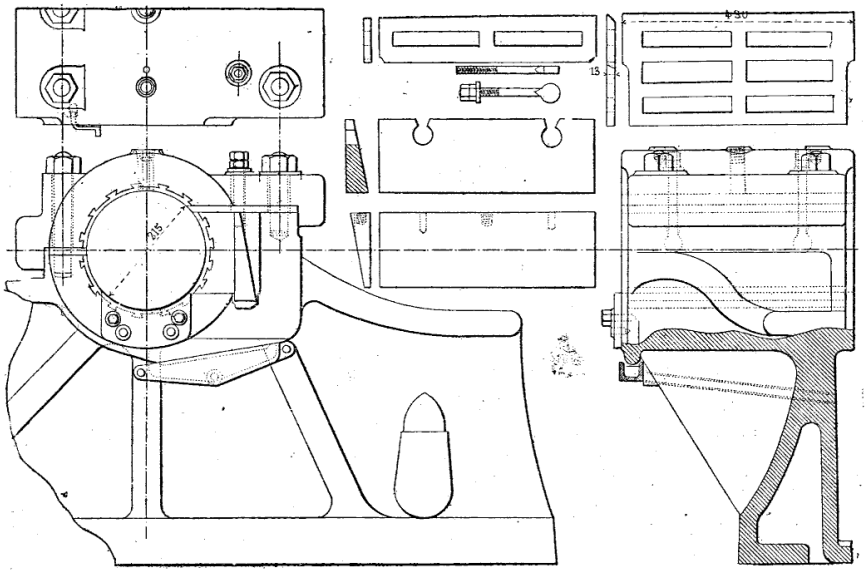


Fig. 53 à 60. — Machine *Dick et Church*. Détail du palier de tête.

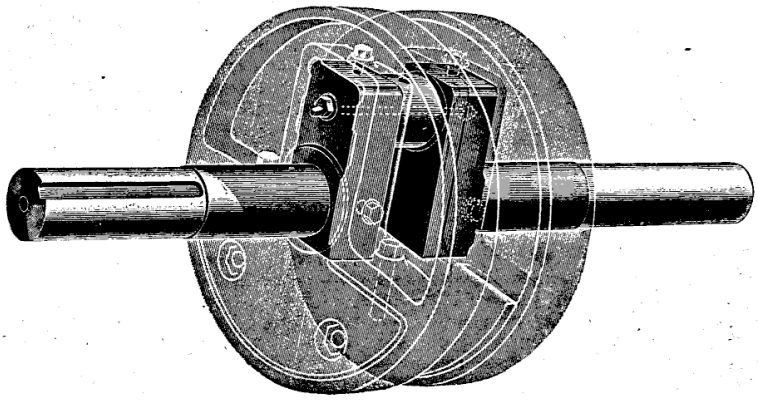


Fig. 61. — Machine *Dick et Church*. Détail de la manivelle motrice.

Les tableaux ci-dessous donnent les principales dimensions des types courants de ces machines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Machines rapides Dick et Church.

PUISSANCE NOMINALE en chevaux (1).	CYLINDRE. DIAMÈTRE.	CYLINDRE. COURSE.	TOURS PAR MINUTE.	VITESSE DU PISTON EN MÈTRES par seconde.	ENCOMBREMENT. LONGUEUR.	ENCOMBREMENT. LARGEUR.	DIAMÈTRE DU TUYAU d'admission.	DIAMÈTRE DU TUYAU d'échappement.	VOLANT. DIAMÈTRE.	VOLANT. LARGEUR.	POIDS DE LA MACHINE.	POIDS PAR CHEVAL.
	millim.	millim.		mètres.	mètres.	mètres.	millim.		mètres.	mètres.	kil.	kil.
25	180	250	350	2,90	2,40	1,30	63	76	1,04	2,5	1,720	69
35	200	»	»	»	»	»	»	90	»	»	1,820	52
50	240	305	300	3,00	2,85	1,40	90	115	1,37	265	2,580	51,6
60	265	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2,720	45,4
80	305	»	»	»	3	1,60	100	127	1,50	315	3,860	48,5
100	330	»	»	»	»	»	115	150	»	»	4,000	40
125	370	380	240	»	3,35	1,85	127	»	1,70	360	5,220	41,9
150	405	»	»	»	»	»	150	177	»	»	5,440	36
200	470	460	200	»	4,30	2,70	172	230	2,13	480	8,620	43,10
250	520	»	»	»	»	2,90	178	230	»	585	9,530	38,10
300	560	»	»	»	»	3,00	200	255	»	635	11,160	37
* 325	470	460	200	3,00	4,30	2,85	178	230	2,31	635	9,020	27,9
** 350	520	»	»	»	»	3,00	»	»	»	685	9,980	28,5

(1) Avec une pression d'admisssion de 5k,5 et l'admission coupée au 1/4 de la course.
* Avec une pression d'admission de 9k,10.
** Id. de 7k,70.

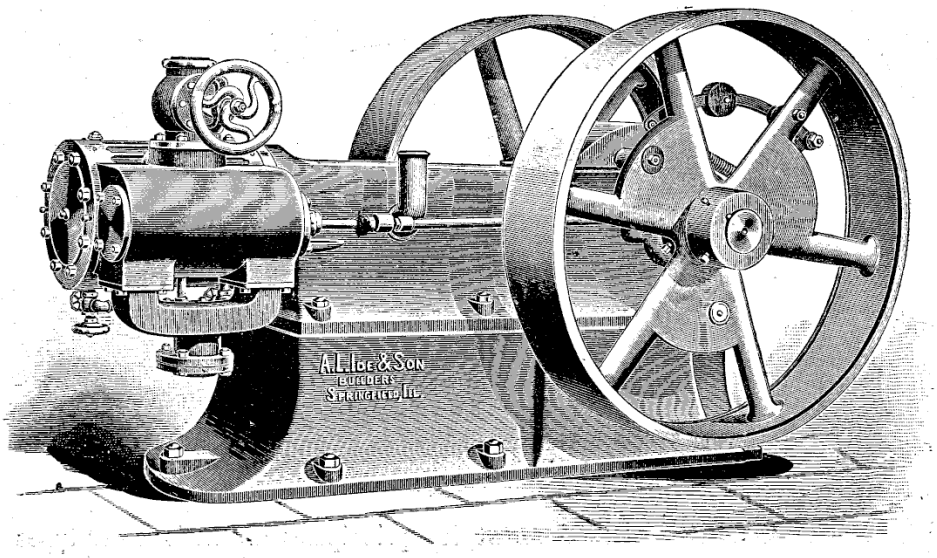


Fig. 62. — Machine rapide *Ide*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES RAPIDES DICK ET CHURCH

Puissance indiquée à différentes vitesses et pressions.

Détente au 1/4 de la course.

DIAMÈTRE ET COURSE du cylindre.	TOURS par minute.	PRESSION INITIALE. 4k,2	4k,9	5k,6	6k,3	7k
180m/m × 250	275	15,5	18,5	21,6	24,8	28,0
	300	17,0	20,3	23,6	27,1	30,7
	325	18,5	22,0	25,7	29,5	33,4
	350	19,9	23,8	27,7	31,8	36,0
200 × 250	275	20,2	24,1	28,1	32,2	36.6
	300	22,3	26,6	31,0	35,5	40,3
	325	24,0	28,7	33,2	38,3	43,4
	350	25,8	30,8	35,9	41,2	46,6
240 × 305	225	28,1	33,6	39,2	44,8	50,8
	250	31,4	37,5	43,6	50,0	56,7
	275	34,6	41,3	48,1	55,2	62,5
	300	37,5	44,8	52,2	60,0	67,8
265 × 305	225	34,6	41,3	48,1	55,2	62,5
	250	38,4	45,8	53,4	61,3	69,4
	275	42,2	50,4	58,7	67,4	76,3
	300	46,0	55,0	64,1	73,5	83,2
305 × 305	225	45,1	53,9	62,8	72,1	81,6
	250	50,1	59,8	69,6	80,0	90,6
	275	55,1	65,8	76,7	88,0	99,6
	300	60,0	71,8	83,6	95,9	108,7
330 × 305	225	52,7	63,0	73,4	84,2	95,4
	250	58,9	70,3	82,0	94,0	106,5
	275	64,8	77,3	90,2	103,4	117,1
	300	70,6	84,3	98,3	112,8	127,7
370m/m × 380	200	73,2	87,5	102,0	117,0	132,0
	220	80,5	96,2	112,2	128,7	145,7
	240	87,9	105,0	122,4	140,4	159,0
	260	95,2	113,7	132,6	152,1	172,2
405 × 380	200	89,3	106,6	124,3	142,6	161,5
	220	98,2	117,3	136,7	156,8	177,6
	240	107,1	127,9	149,2	171.1	193,8
	260	116,0	138,6	161,6	185,3	200,9
470 × 460	160	114,5	136,8	159,5	182,9	207,2
	180	128,9	153,9	179,7	205,8	233,1
	200	143,2	171,1	199,6	228,7	259,0
	220	157,5	188,2	219,6	251,6	284,9
520 × 460	160	140,6	168,0	195,8	224,6	254,4
	180	158,2	189,0	220,3	252,7	286,2
	200	175,8	210,0	244,8	280,8	318,0
	220	193,4	231,0	269,3	308,9	349,8
300 × 360	160	162,0	193,5	225,6	258,8	293,0
	180	182,3	217,7	253,8	291,1	329,7
	200	202,5	241,9	282,0	323,5	366,3
	220	222,8	266,1	310,2	355,8	402,9

La machine *Ide* est (fig. 62) l'une des plus répandues aux États-Unis.

Ainsi qu'on le voit sur les figures 63 et 64, sa tête de bielle tourne dans un bain d'huile fermé par un couvercle étanche, mais sans boulons, qui s'enlève très facilement. On a, de même, accès à la crosse par une plaque fixée au bâtis au moyen de deux cames, de sorte que tout le mécanisme est complètement enfermé, et que cette machine fonctionne avec une propreté des plus remarquables. Le bouton de manivelle plonge de 25 millimètres environ dans l'huile à chaque tour, et la projette par sa force centrifuge dans la gouttière que l'on voit, en figure 63, venue de fonte avec le couvercle, et d'où l'huile tombe, comme l'indique la figure 64, aux paliers, par des tuyaux qui permettent de sur-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

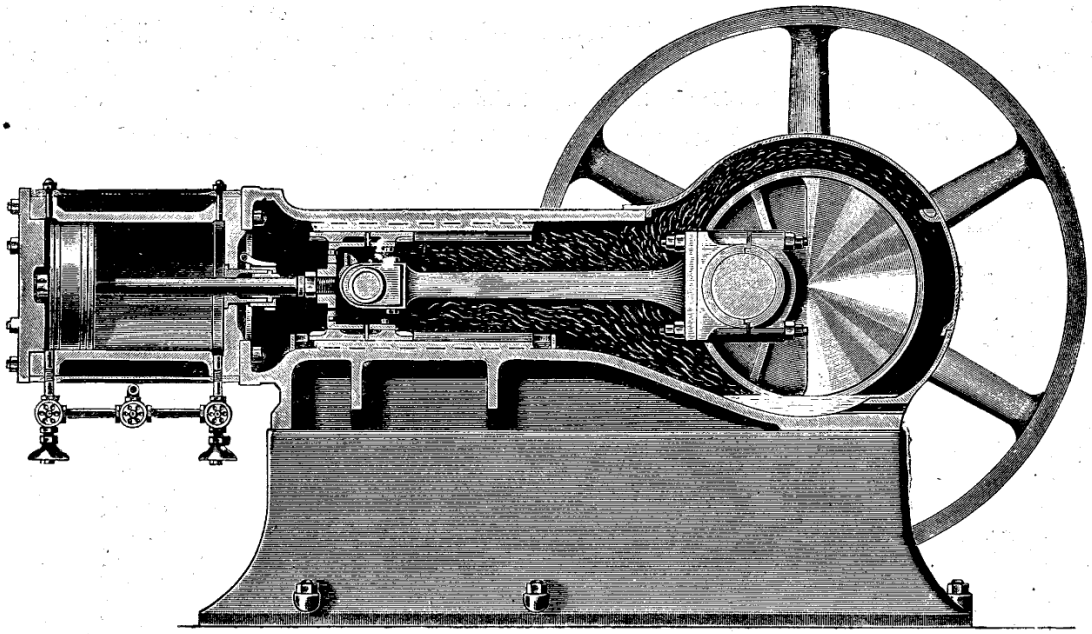


Fig. 63. — Machine rapide *Ide*. Coupe longitudinale.

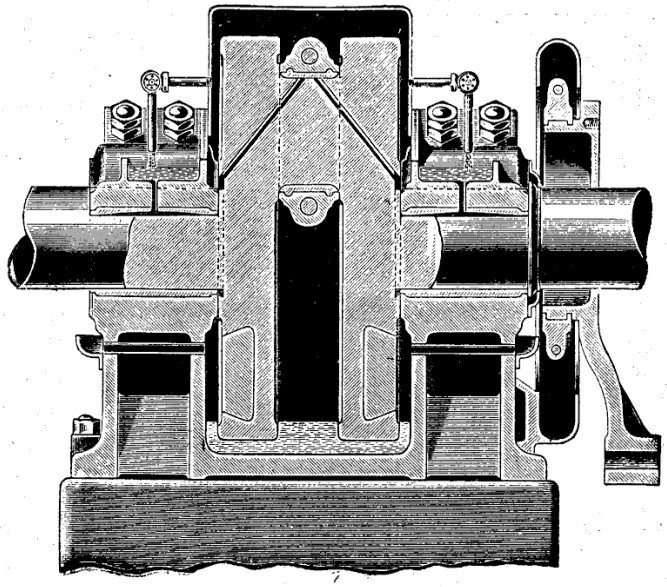


Fig. 64. — Machine *Ide*. Coupe par le patin de tête et la manivelle motrice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

veiller le graissage. En outre, les disques manivelles sont creusés de rainures excentrées, qui prennent l'huile aux paliers et la projettent au bouton de

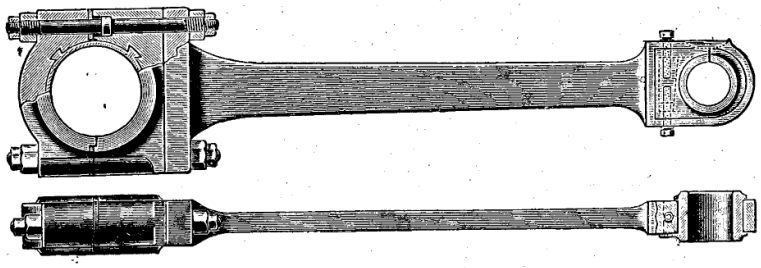


Fig. 65 et 66. — Machine *Ide*. Détail de la bielle.

manivelle. La petite tête de bielle porte une entaille avec plaque de garde qui recueille abondamment l'huile nécessaire à son graissage. Le graissage

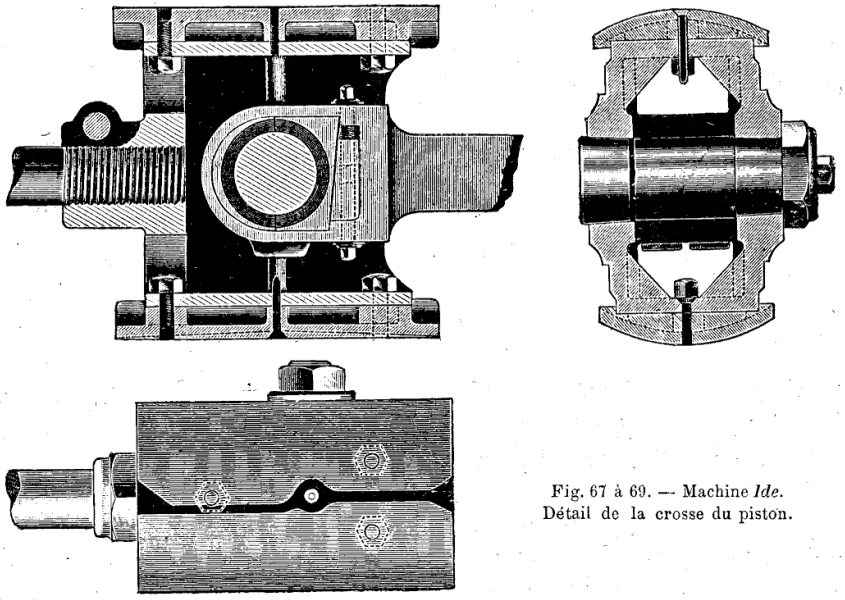


Fig. 67 à 69. — Machine *Ide*.
Détail de la crosse du piston.

se trouve ainsi assuré automatiquement, sans aucun graisseur extérieur, par une disposition très simple, et depuis longtemps couronnée de succès.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On remarquera, en outre, sur la figure 64, le grand diamètre du bouton de manivelle, supérieur à celui de l'arbre, de manière à assurer au système une grande rigidité, qui diminue la fatigue des paliers.

La bielle est (fig. 65) en acier, avec garnitures en Babbitt, dont l'une : celle de la petite tête, à réglage par coin, a deux boulons. Les boulons de la grosse tête de bielle sont disposés de manière que l'on en puisse enlever la moitié sans toucher à l'autre, et pourvus de doubles écrous à pas différentiels.

Le croisillon (fig. 67), en acier, dont l'axe est en acier cémenté et meulé, est

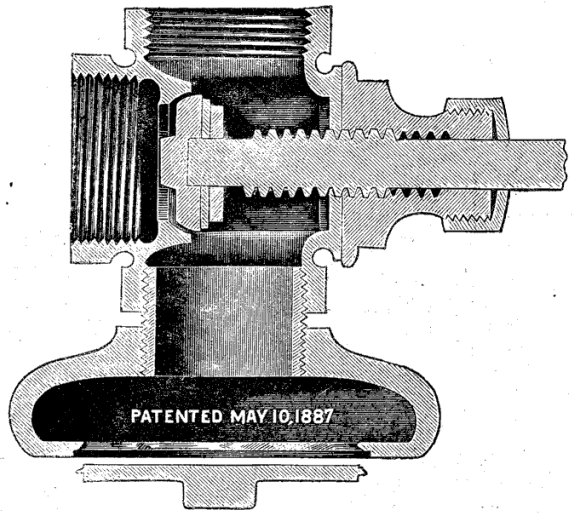


Fig. 70. — Machine *Ide*. Detail d'un purgeur de cylindre.

coulé d'une seule pièce et garni de fourrures en bronze phosphoreux très larges, tournées au diamètre même du cylindre, et qui ne s'usent presque pas. Quand il se produit un petit jeu, on le rattrape en interposant une mince feuille de papier entre la crosse et le patin du bas, qui seul travaille.

Le cylindre est, à chaque extrémité, pourvu (fig. 70) de poches de sûreté, constituées par des coupelles intercalées sur le tuyau de purge, et fermées par un diaphragme capable de résister à la pression de la vapeur, mais incapable de résister aux coups d'eau.

Le régulateur, du type direct monté sur le volant, avec dash-pot à glycérine pour en corriger l'instabilité, est pourvu d'un dispositif très simple, clai-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rement représenté sur la figure 71, et qui permet soit d'en régler la sensibilité, en modifiant l'obliquité des ressorts sur les bras, soit de modifier la vitesse

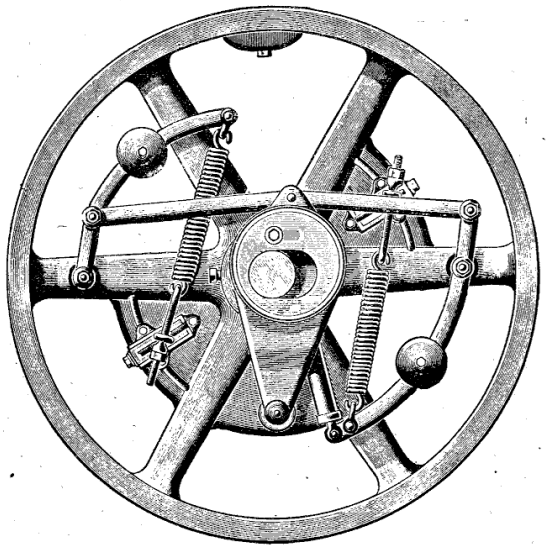


Fig. 71. — Machine *Ide*. Régulateur.

de régime, par la tension de ces ressorts. Ce régulateur agit en modifiant à la fois le rayon et le calage de l'excentrique par son pivotement autour

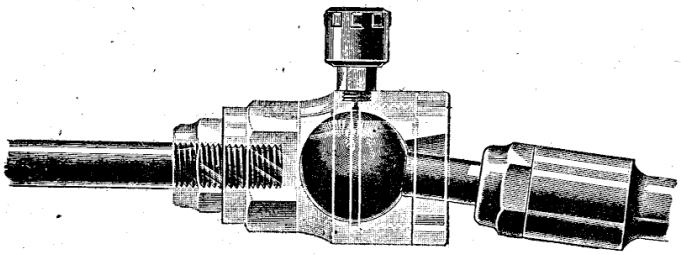


Fig. 72. — Machine *Ide*. Articulation sphérique de la tige du tiroir.

d'un axe fixé au contrepoids du volant. C'est le montage connu sous le nom de *Swinging Excentric*(1) dont l'avance augmente un peut avec la détente, tan-

(1) *Halsey* « Slide Valve Gears », p. 80. (Van Nostrand, New-York, 1892.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dis qu'elle reste constante quand l'excentrique se déplace dans un plan parallèle à l'axe de l'arbre de couche (types Armington, etc.)

Machines rapides Ide à un cylindre.

Puissance nominale en chevaux, avec une pression initiale de 5k,6 (effective), et une admission coupée au 1/4 de la course.	8 à 10	12 à 16	20 à 25	30 à 35	40 à 45	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 100	100 à 110	110 à 125	125 à 150	150 à 175	175 à 200	200 à 250
Tours par minute.	400 à 500	400 à 500	300 à 350	300 à 350	300 à 350	300 à 350	250 à 300	250 à 300	250 à 300	250 à 275	250 à 275	250 à 275	225 à 250	225 à 250	200 à 225
Cylindre. . . . Diamètre.	125m/m	150	180	200	230	255	280	305	330	330	355	380	405	430	470
Cylindre. . . . Course. .	150	150	255	255	355	255	305	305	305	355	355	355	405	405	460
Poulies. . . . Diamètres.	815	815	1,05	1,05	1,20	1,20	1,40	1,40	1,40	1,50	1,50	1,50	1,80	1,80	2,15
Poulies. . . . Diamètres.	915	915	1,20	1,20	1,40	1,40	1,50	1,50	1,50	1,70	1,70	1,70	2	2	2,40
Poulies. . . . Diamètres.			1,40	1,40			1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	2,15	2,15	
Poulies. . . . Largeur. .	1257	125	215	215	240	240	270	270	2,70	315	315	315	370	370	4.20
Encombrement. Largeur.	760	760	1,05	1,05	1,22	1,22	1,37	1,37	1,37	1,50	1,50	1,50	2,10	2,10	2,30
Encombrement. Longueur.	1,70	1,70	2,40	2,40	2,55	2,55	2,90	2,90	2,90	3,40	3,40	3,40	3,60	3,60	4,05
Poids (sans socle).	(900k) 1270*	(950) 1360*	2100	2200	2700	2760	3400	3800	3850	6600	(5200) 6800	(5400) 6900	9000	9300	13600
Diamètre du tuyau d'admission	40m/m	40	50	60	60	75	90	100	115	115	130	130	150	150	180
Diamètre du tuyau d'admission	50	50	60	60	75	75	100	100	115	130	130	150	180	180	200

(*) Y compris le socle.

Le tableau ci-contre donne les principales dimensions des machines monocylindriques de Ide, construites par la Harrisburg Foundry. Celles construites par M. Ide, à Springfield, sont du même type, avec les mêmes dimensions, mais notablement plus légères pour certains numéros, ainsi que l'indiquent les chiffres entre parenthèses du tableau.

On remarquera sur ce tableau, comme sur celui des machines de Dick et Church, que, si les diamètres changent d'un numéro à l'autre, il n'en est pas de même des courses, — la course de 255 millimètres, par exemple, est commune à 4 numéros, — ce qui facilite évidemment beaucoup la fabrication par séries; en outre, la course est toujours très courte, parfois inférieure au diamètre, pour obtenir une grande vitesse de rotation avec une vitesse de piston modérée, et ne pas exagérer les compressions aux grandes détentes. Ce sont là, d'ailleurs, comme l'indique le tableau ci-contre, des caractéristiques communes à presque toutes les machines rapides américaines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Caractéristiques principales moyennes des machines rapides américaines d'après Stanwood (1).

Puissance moyenne économique en chevaux	20 à 27	30 à 38	40 à 50	50 à 60	70 à 80	90 à 100	120 à 125	135 à 155
Tours par minute. .	300 à 350	300 à 350	250 à 300	250 à 300	250 à 300	250 à 300	200 à 240	200 à 240
Diamètre et course des cylindres. . .	250 m/m × 480	200 × 250	230 × 300	250 × 300	300 × 300	330 × 300	380 × 400	400 × 400
Diamètre des volants.	915 à 1m,20	9,15 à 1,20	1 à 1,50	1 à 1,50	1 à 1,70	1 à 1,70	1,20 à 1,80	1,20 à 1,80
Largeur des courroies	250m/m	250	300	300	300 à 355	300 à 355	400	400
Diamètre du tuyau d'admission. . . .	50	60	75	90	100	115	130	150
Diamètre du tuyau d'échappement . .	60	75	90	100	115	130	150	180

La vitesse du piston varie de 2m,50 par seconde, pour les petites machines, à 3 mètres pour les grandes. Avec une pression moyenne effective de 3 kilos, le poids par cheval varie de 40 à 55 kilos, et le prix de 60 à 75 francs. Compression commençant souvent à demi-course : espaces nuisibles considérables : 8 à 10 p. 100.

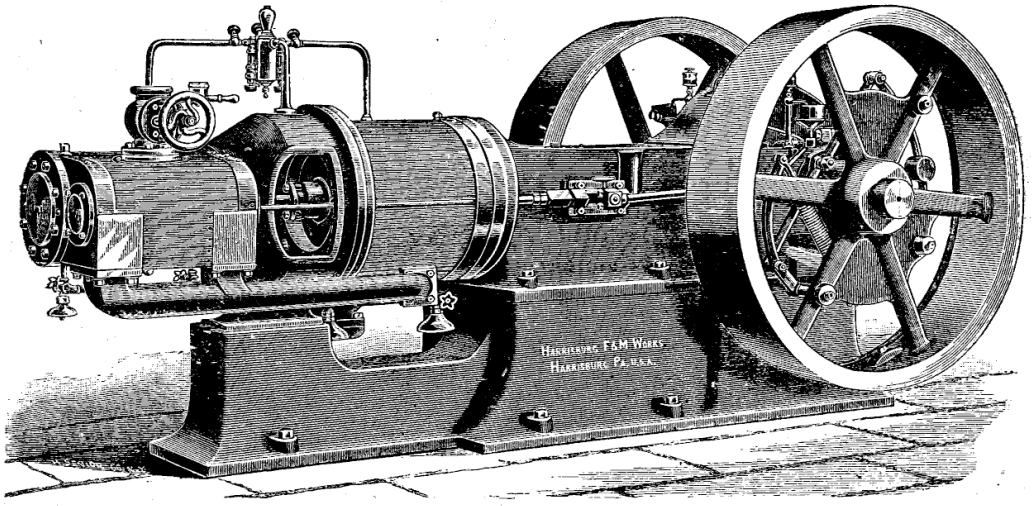


Fig. 73. — Machine *Ide* compound.

(1) « Stationary Engine Practice in America » *Engineering*, 17 avril 1871, p. 456. Voir aussi les mémoires de *Kent* « Comparison of Different Formulœ for Dimensions of Parts of Steam Engines » (American Machinist., 26 juillet 1894) et de *Ball* « Cylinder Proportions for compound Engines » (American Machinist., 6 septembre 1894, p. 7).

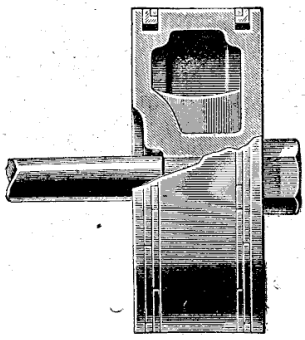
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Machines compound Ide en tandem.

SANS CONDENSATION													AVEC CONDENSATION.	
FORCE NOMINALE en chevaux.	CYLINDRES. DIAMÈTRES. Petit cylindre d.	CYLINDRES. DIAMÈTRES. Grand cylindre D	CYLINDRES. COURSE.	RAPPORT $\frac{D^2}{d^2}$.	TOURS PAR MINUTE.	DIAMÈTRE DU TUYAU d'admission.	DIAMÈTRE DU TUYAU d'échappement.	VOLANT. DIAMÈTRE.	VOLANT. LARGEUR.	POIDS. AVEC SOCLE.	POIDS. SANS SOCLE.	PAR CHEVAL.	FORCE NOMINALE.	TOURS par minute.
	millim.					millim.		mèt.	millim.	k	k			
(1) 80	230	380	305	2,77	275	75	125	1,37	260	5350	4550	57		
100	252	430	»	2,88	280	75	150	1,50	315	6000	5200	52	80	280
125	280	»	355	2,38	250	100	180	1,50	360	8600	7500	60	100	240
150	305	510	»	2,78	240	115	180	1,80	380	9000	7900	52	125	240
175	81	560	405	3,36	236	115	200	1,80	400	12700	10900	62		
200	330	»	»	2,86	235	125	200	1,80	400	13000	11300	57	175	245
250	355	610	»	2,94	230	125	230	1,80	430	15900	14000	56	200	230
300	380	710	460	3,48	230	150	230	2	460	20400	18000	60	250	230

(1) Avec pression initiale de 7 kilos, et détente totale de 9.

Les machines rapides se construisent presque toutes également *en compound*, avec ou sans condensation — le plus souvent en tandem — (fig. 73) à double et même, (fig. 77) à triple expansion.



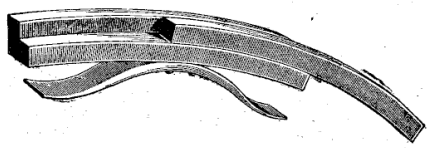


Fig. 74 et 75. — Machine compound *Ide*.
Détail du grand piston.

La compound de *Ide*, représentée par la figure 73, est remarquable par la stabilité de son assise, l'accessibilité de toutes ses pièces, principalement des Stuffing box intermédiaires, et par la simplicité de sa distribution, sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

laquelle nous reviendrons plus bas. Nous signalerons en particulier la garniture des grands pistons à doubles segments emboîtés (fig. 74 et 75), avec ressorts en maillechort inoxydables et insensibles aux variations de température.

Le tableau ci-dessus donne les principales caractéristiques de ces types de machines, et fait ressortir leur légèreté qui, néanmoins, n'augmente pas, comme cela devrait être, avec la puissance du moteur.

Il en est de même pour les machines de *Dick et Church* (p. 512) ainsi que le montre le tableau ci-dessous :

Machines compound tandem rapides Dick et Church.

FORCE NOMINALE.	CYLINDRES.			TOURS PAR MINUTE.	VITESSE DU PISTON en mètres par seconde.	ENCOMBREMENT.		DIAMÈTRE DU TUYAU d'admission.	DIAMÈTRE DU TUYAU d'échappement.	VOLANT.		POIDS de la machine.	POIDS par cheval.
	PETIT CYLINDRE.	GRAND CYLINDRE.	COURSE.			LONGUEUR.	LARGEUR.			DIAMÈTRE.	LARGEUR.		
	A condensation.												
	millim.				mèt.	mèt.	mèt.	millim.	millim.	mèt.	millim.	k	k
(1) 70	190	345	610	265	2,75	4	1,50	90	130	1,52	320	4 585	64,3
100	240	430	»	»	»	4,25	1,70	100	150	1,67	380	6 125	61,2
150	280	510	380	230	2,87	5,05	1,95	115	180	2	420	9 025	60
225	330	610	457	200	5	6,20	2,75	130	230	2,45	530	13 340	59,2
260	355	660	»	»	»	»	2,95	»	255	»	635	15 060	57,6
310	390	725	»	»	»	6,25	3,30	150	»	»	735	17 700	57
	Sans condensation.												
(2) 75	230	345	610	265	2,75	4	1,50	90	130	1,52	320	4 515	60
115	280	430	»	»	»	4,25	1,70	100	150	1,67	380	6 170	53,7
175	330	510	380	230	2,87	5,05	1,95	115	180	2	420	9 070	51,7
250	390	610	457	200	3	6,20	2,75	130	230	2,35	530	13 380	53,5
300	430	660	»	»	»	»	2,95	»	255	»	635	15 150	50,5
360	470	725	»	»	»	6,25	3,30	150	»	»	735	17 690	49,3

(1) Pression initiale 7 kilos, admission coupée aux 0,30 de la course du petit cylindre.
(2) Pression initiale 7 kilos, admission aux 0,40.

On remarquera, sur cette machine, le mode d'attache particulier des cylindres boulonnés en porte-à-faux sur deux bâtis indépendants : le bâti du petit cylindre est boulonné sur celui du grand et réuni à son cercle d'attache par un fort tirant, que l'on voit au haut de la figure. Les cylindres peuvent ainsi se dilater et se démonter indépendamment; mais cette construction donne à la machine un aspect lourd et peu gracieux.

On retrouvait la même construction sur la machine à triple expansion,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 77) exposée par cette même Compagnie : à cylindres de 380, 610 et 600 millimètres de diamètre et 460 de course, faisant 525 chevaux, à

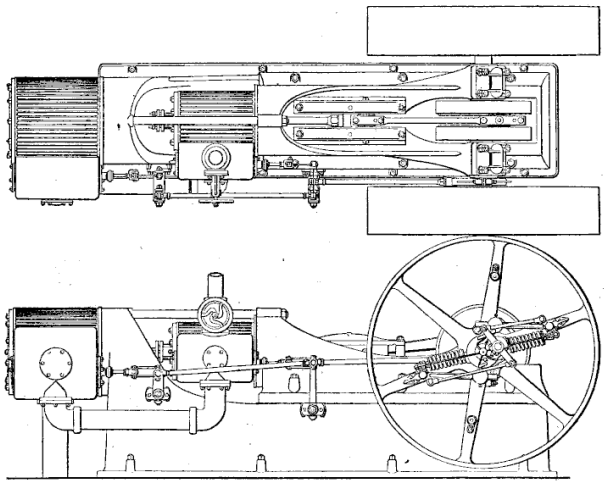


Fig. 76. — Machine rapide compound-tandem *Dick et Church*.

200 tours, avec une pression de 9k,10 à l'admission. Les deux cylindres intermédiaires sont d'un même côté. Le régulateur, monté sur le volant intermédiaire, est double, et agit simultanément sur les quatre distributeurs.

Compound triple expansion double tandem Dick et Church à condensation.

PUISSANCE NOMINALE.	CYLINDRES. DIAMÈTRES.			COURSE.	TOURS PAR MINUTE.	VITESSE DU PISTON en mètres par seconde.	ENCOMBREMENT.		DIAMÈTRE DU TUYAU d'admission.	DIAMÈTRE DU TUYAU d'échappement.	VOLANTS.		POIDS DE LA MACHINE.	POIDS PAR CHEVAL.
	Petit.	Moyen.	Grand.				Longueur.	Largeur.			Milieu.	Extrêmes.		
	millim.					mèt.	mètres.	mètres.	millim.		mèt.	mèt.	k	k
450	335	560	610	460	200	3	6,30	5,20	127	230	2,40 × 940	2,40 × 350	27 200	60,4
525	380	61	660	»	»	»	»	5,70	150	255	2,40 × 990	2,40 × 630	30 850	58,5
625	420	660	725	»	»	»	6,50	7,95	180	»	2,40 × 110	2,40 × 735	37 200	59,5

Le tableau ci-dessous donne les principales dimensions de ce type de machine intéressant, mais qui n'a pas encore fait suffisamment ses preuves.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je n'insisterai pas sur les qualités bien connues de ces machines rapides dont les principales sont leur faible encombrement, qui les impose dans bien des cas, leur rusticité, leur graissage parfait, qui leur permet de marcher très longtemps sans aucune surveillance, et leur prix modéré d'achat et d'établissement. Ces qualités suffisent pour expliquer la grande popularité qu'elles ont acquise si rapidement. Je signalerai néanmoins une certaine réaction qui

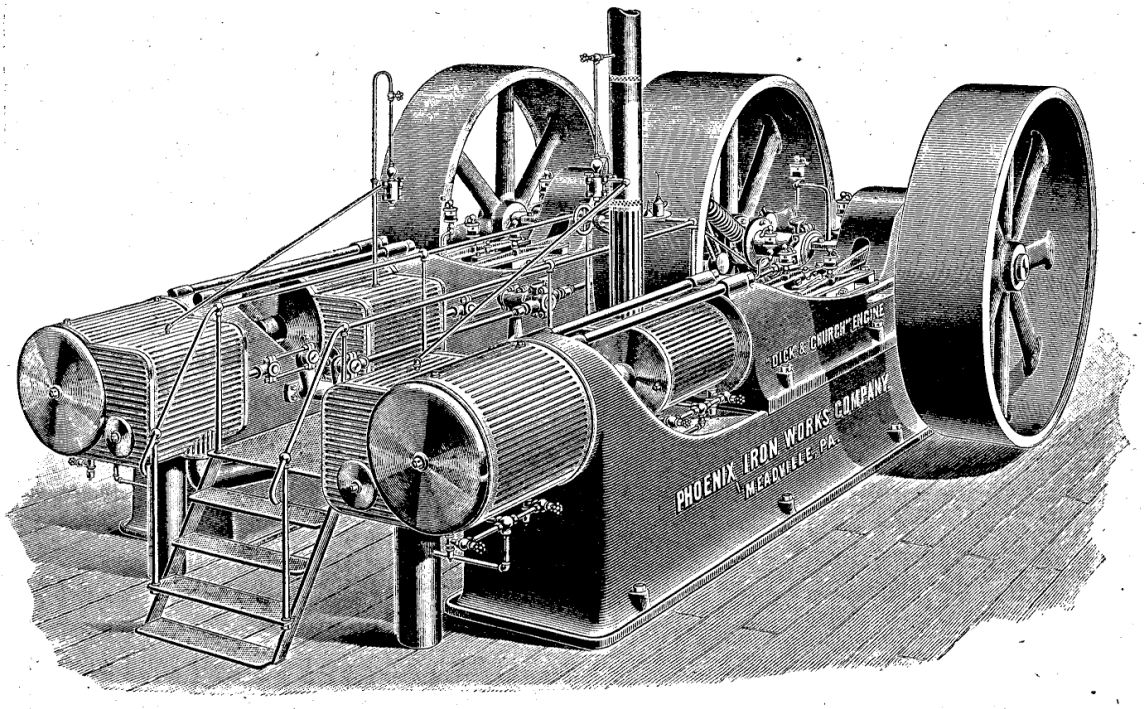


Fig. 77. — Machine rapide à triple expansion *Dick et Church*.

paraît se produire actuellement en Amérique contre l'emploi exclusif de ces machines, et parfois l'exagération de leurs vitesses : réaction d'autant plus caractéristique qu'elle a pour organe l'un des initiateurs de ce genre de machines : *M. C. Porter*. D'après M. Porter, il serait inutile de dépasser une vitesse de piston de 3 mètres par seconde (300 tours avec une course de 300 millimètres). Au delà, le rendement devient trop faible à cause de la grandeur relative des espaces nuisibles, inévitables avec les courtes courses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de ces machines. C'est aussi l'avis de M. Mansfield, ingénieur de la maison Buckeye, qui reconnaît que « les machines rapides n'ont d'avantageux que leur bon marché » (1). Tout en signalant ces opinions d'ingénieurs incontestablement compétents, il faut bien faire remarquer qu'elles ne portent que sur un genre particulier de machines à grandes vitesses, et non sur toutes les machines rapides, dont certains types, comme celles de *Willans*, ont donné des résultats économiques absolument remarquables.

Quant à l'application du système compound à ces machines, on ne la discute plus avec les hautes pressions — à partir de 7 kilos — et pour des puissances à partir d'une vingtaine de chevaux. Les avantages de la triple expansion sont, au contraire, contestés, principalement pour les cas où le travail de la machine varie assez pour obliger souvent, afin de maintenir la vitesse constante, de marcher à des détentes telles que le grand piston n'est plus que traîné par les deux autres.

Les *machines à simple effet* exposées à Chicago étaient fort nombreuses; mais aucune d'elles ne présentait rien d'essentiellement nouveau, ni qui pût lui assurer une supériorité marquée sur les bonnes machines européennes, notamment sur la remarquable machine de Willans : je me bornerai à quelques mots sur deux des types les plus répandues aux États-Unis : les machines *Westinghouse* et *Triumph*.

La machine compound à simple effet *Westinghouse* a été trop souvent décrite pour qu'il faille en donner un dessin (2). Celles qui étaient exposées à Chicago ne se distinguaient guère que par la disposition de leurs régulateurs entièrement enfermés, comme celui de la machine fig. 3, dans une chambre d'huile. Deux de ces machines, de 330 chevaux chacune, avaient des cylindres de 460 et 760 millimètres de diamètre sur 400 de course, et marchaient à 250 tours : les deux autres, de 125 chevaux, à cylindres de 300 et 500 millimètres sur 300 de course, marchaient à 300 tours. L'une d'elles a fait sans s'arrêter près de 75 millions de tours; de sorte que son volant, de $1^{m},70$ de diamètre, aurait fait, en locomotive, près de 10 fois le tour de la terre. C'est un exemple frappant de la rusticité et de l'endurance de ces types de machines. Leur distribution est faite, comme on le sait, par un

(1) *The Limitation of Engine Speed.* American Inst. of Mechanical Engineers, juillet 1893, vol. XIV, p. 806.

(2) *La Lumière électrique*, 9 mars 1889, p. 459.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seul tiroir cylindrique horizontal : leurs cylindres, sans réservoir intermédiaire, ont leurs manivelles à 180° et équilibrées. Ces machines dépensent environ 9 kilos de vapeur par cheval-heure avec condensation, et 12 kilos sans condensation.

La machine *Triumph*, construite par la « Triumph Compound Engine C° »,

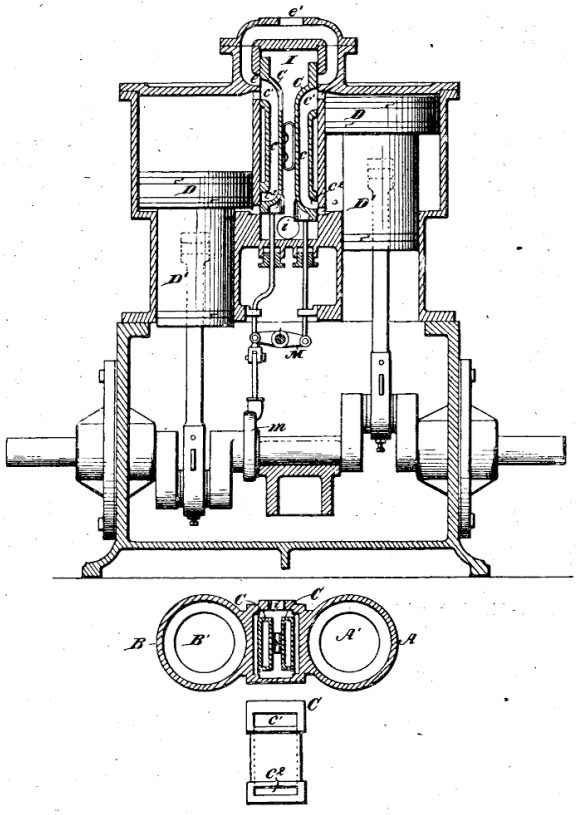


Fig. 78 et 79. — Machine compound double à simple effet *Triumph*.

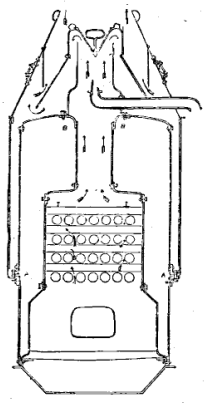


Fig. 80. — Chaudière de la locomobile *Westinghouse*.

de Cincinnati, est moins connue en Europe que celle de Westinghouse. La distribution est (fig. 78) faite par deux tiroirs à double entrée C C, entourés par la vapeur admise par *i* dans leur boîte, et presque équilibrés, avec des lumières supérieures *c'* plus larges que les inférieures c_2, conjugués par un balancier M, et menés par un seul excentrique *m*. Dans chacun des cylindres,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la vapeur admise par b' dans l'espace annulaire (D. — D'), sous le piston D, soulève les pistons D et D' de ce cylindre, puis passe, à la fin de la course montante, par $c_2\ c\ c'$, sur la face supérieure de D, dont elle effectue, par sa détente, la course descendante, au bout de laquelle le tiroir, reprenant la position indiquée à gauche de la figure, réadmet la vapeur de la chaudière en b, pendant que celle au-dessus de D s'échappe par $d\ c'\ e\ e^1$. La machine est,

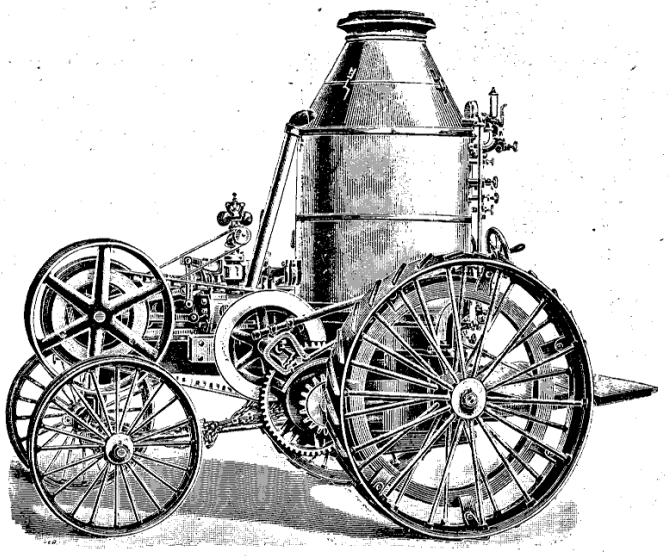


Fig. 81. — Locomobile à chaudière verticale *Westinghouse*.

comme on le voit, constituée par l'accouplement de deux cylindres Wolf à 180°; sa marche est très douce et très régulière (1).

On peut, à la rigueur, classer parmi les machines à vapeur à simple effet les *turbines à vapeur* ou *turbo-moteurs*, qui ont, depuis l'Exposition de 1889, si vivement attiré l'attention des ingénieurs, principalement des électriciens. C'est à l'Exposition de Chicago que s'est largement fait connaître, pour la première fois, l'une des plus intéressantes parmi ces turbines : celle de

(1) M. *Eickershoff*, inventeur de la machine Triumph, construit aussi des machines sans tiroirs, à distributions par les pistons moteurs mêmes (*Thurston*, Traité de la machine à vapeur, vol. I, p. 158).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. *de Laval*, sur laquelle je n'insisterai pas, puisqu'elle a été, ici même, l'objet d'une communication de M. Sciama.

La turbine de Laval, remarquable par sa simplicité, paraît être la plus économique des nombreuses machines de ce genre proposées ou essayées

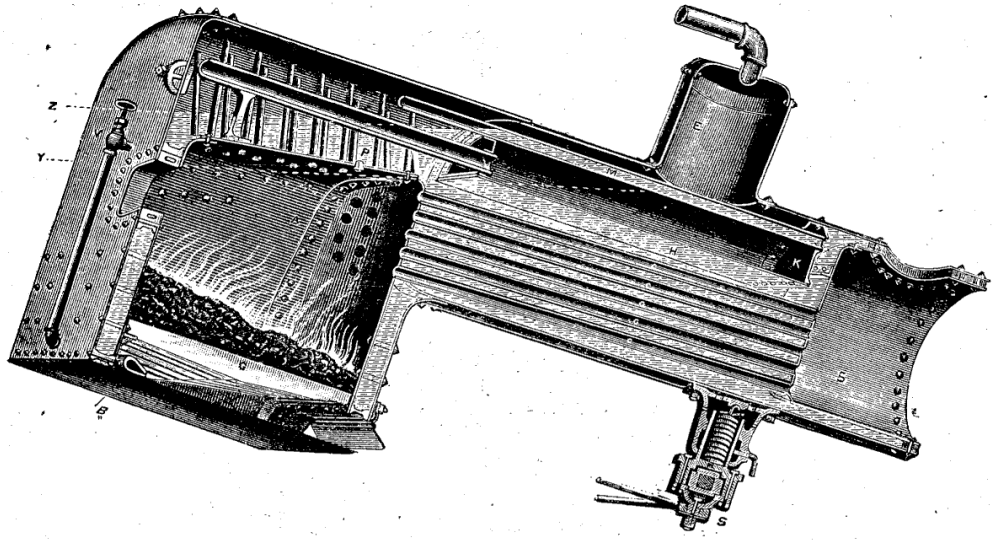


Fig. 82. — Chaudière locomobile de la *Geiser Manufacturing C°*.

depuis cinq ou six ans (1). Je rappellerai néanmoins l'attention sur la turbine américaine de *Dow*, déjà bien connue des ingénieurs français (2), qui atteindrait aussi, avec des dépenses de vapeur relativement modérées, des vitesses de 25 000 à 35 000 tours.

Les *locomobiles* et les *locomotives routières*, bien qu'extrêmement nom-

(1) *La Lumière Électrique*. Turbines de *Dumoulin* (3 avril 1886, p. 14). *Edwards* (7 janvier 1893, p. 31). *Mac Elroy* (30 déc. 1893, p. 622). *Parsons* (10 octobre 1891, p. 85, 7 mai, 9 juillet 1892, p. 280, 18 et 78, 23 sept. 1893, p. 578, 26 mai 1894, p. 379). *Seger* (7 octobre 1893, p. 31, 16 juin 1894, pl. 29). *White* (Brevet americain, 507 468 de 1893). *Morton* (the Engineer, 30 mars 1894, p. 273; *Engineering* 10 août 1894, p. 211). *Pilbrow* (Brevet anglais, 9354 de 1842).

(2) *Revue industrielle*, 24 mai 1890, p. 201. *La Lumière électrique*, 10 juin 1893, p. 479. *Thurston*. « La machine à vapeur. » vol. 1, p. 238.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

breuses aux États-Unis, ne présentent guère, du moins à en juger par les spécimens exposés à Chicago, un grand intérêt : aucune supériorité, parfois même, lorsqu'elles n'en sont pas des copies, une infériorité certaine, les locomotives surtout, sur les types classiques de fabrication européenne. Même les bonnes machines américaines présentent souvent un aspect compliqué et mal ordonné, exagéré par l'emploi de couleurs criardes et de nickelages clinquants, bien faits pour masquer plutôt que pour faire ressortir aux yeux d'un mécanicien la valeur réelle de ces machines.

Comme type tout particulier de lomotives routières, on peut citer celui de

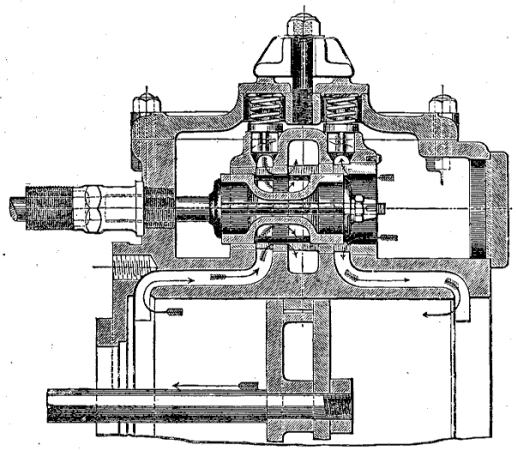


Fig. 83. — Distribution par tiroir cylindrique de la *Geiser Manufacturing C°*.

la compagnie *Westinghouse* (fig. 80 et 81), avec chaudière verticale à tubes d'eau horizontaux croisés au-dessus du foyer, et enveloppe chauffée en partie par les gaz du foyer renvoyés, comme l'indiquent les flèches de la figure 80, par le pare-étincelles, au-dessous duquel se fait l'échappement. La machine, horizontale, à tiroir-piston commandé par une coulisse de Stephenson, attaque le train moteur par une courroie crénelée, à section en V, que l'on peut tendre plus ou moins. Cette curieuse machine ne paraît présenter aucun avantage, du moins comme stabilité et facilité de conduite. Quant à l'avantage prétendu d'une meilleure installation du moteur, séparé de sa chaudière, avec paliers moins exposés à chauffer, on ne peut guère lui attribuer une grande valeur en présence des excellents résultats acquis, principalement en Angleterre, par les types à chaudières horizontales, qui ont complètement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remplacé, dans ce pays, les premières machines à chaudières verticales.

Nous signalerons en passant l'emploi particulier, que l'on commence à faire aux États-Unis, des locomotives routières pour le remorquage des charrues, au lieu des systèmes anglais à traction par câble. MM. *Case, Price* et *Dure* ont fait, à ce sujet, des essais très remarquables, mais qui appartiennent plus spécialement à la mécanique agricole.

Parmi les locomobiles exposées à Chicago, l'une des plus remarquables était celle de la *Geiser Manufacturing C°*. La chaudière de cette locomobile était pourvue (fig. 82) d'une boîte K, remplie de vapeur, et disposée dans le

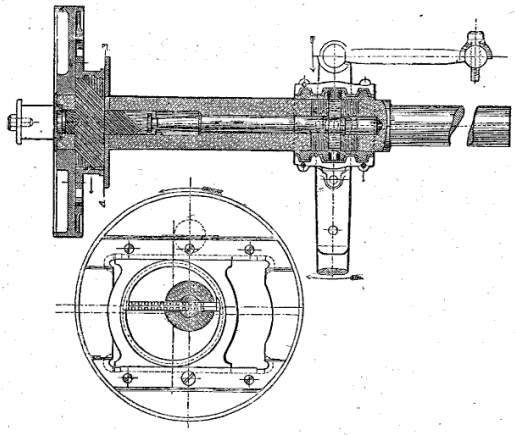


Fig. 84 et 85. — Excentrique à calage variable et renversement de la *Geiser Manufacturing C°*.

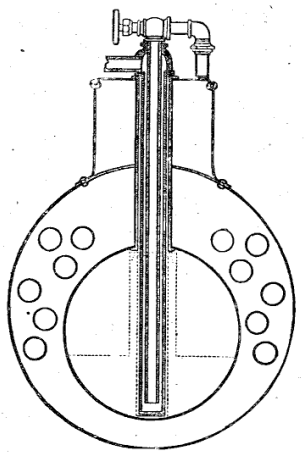


Fig. 86. — Chaudière de la locomobile *Huber*.

corps cylindrique de manière à permettre au foyer de prendre, sans se découvrir, de grandes inclinaisons. Grâce à cette boîte, l'eau vient, par exemple, dans la position figurée, en Z, au lieu de découvrir le foyer comme en Y. La distribution se fait (figure 83) par un tiroir cylindrique, dont l'excentrique est (fig. 84) commandé par une clavette diamétrale striée, prise dans la fente également striée d'une tige creuse rainurée à l'intérieur de l'arbre de couche, de sorte qu'il suffit de déplacer cette tige pour varier et renverser la marche de la distribution.

La chaudière des locomobiles *Huber* est (fig. 86) caractérisée par l'emploi d'un surchauffeur probablement peu efficace, formé d'un tube en communication avec la prise de vapeur du dôme, et logé dans un tube fermé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à un bout, plongé dans le foyer, et ouvert, à l'autre bout, sur la prise de vapeur des cylindres.

Rappelons encore les foyers à cendriers enveloppés d'eau, très fréquents sur les locomobiles américaines, analogues à ceux que l'on remarquait, à l'Exposition de 1889, sur les locomobiles de *Taylor*.

La Distribution.

Il va de soi que les distributions *Corliss* dominent aux États-Unis plus que partout ailleurs sur toutes les machines importantes et à vitesses moyennes. Ces distributions, dont le tableau ci-joint donne les principales dimensions courantes, ne diffèrent de leurs analogues d'Europe que par des détails de construction parfois très ingénieux, comme on le verra par les quelques descriptions suivantes, mais dont on trouverait facilement l'équivalent sur nos machines.

Dimensions normales des Corliss américaines, d'après Stanwood.

Course du cylindre en mill.	250	300	350	400	460	500	560	610	660	710	760
Diamètre de l'arbre au palier.	125	150	175	200	230	250	280	300	330	350	380
Longueur	250	300	350	400	460	500	500	560	560	660	660
Diamètre du tuyau d'admission	75	90	100	115	130	150	150	180	180	200	200
Diamètre du tuyau d'échappement	90	100	130	150	150	180	200	230	230	230	250
Lumières d'admission, larg.	20	20	20	22	24	27	29	30	35	38	50
— — long.	230	280	315	370	415	470	530	585	635	685	735
— d'échappement, larg.	30	30	33	35	40	43	47	50	54	59	63
— — long.	230	280	315	370	415	470	530	585	635	695	735
Bouton de manivelle, diamèt.	62	75	87	100	113	125	138	150	150	163	185
— — long.	82	95	95	111	127	143	143	200	200	230	230
Axe de la crosse, diamètre.	62	75	75	100	100	125	125	150	150	160	160
— — longueur.	95	95	95	110	110	130	130	150	150	170	170
Diamètre de la chambre de vapeur	90	95	80	115	130	140	150	165	180	190	215
Diamètre de l'axe du robinet.	30	33	33	36	40	43	43	50	50	55	55
— de la tige du piston.	50	55	55	75	80	90	100	105	110	115	120

Les *robinets* des machines Corliss, presque toujours en fonte, sont conduits (fig. 87), dans les meilleurs types, par une barre en bronze qui les traverse sur toute leur longueur, dans une coulisse à ressorts assurant l'étanchéité des lumières.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un des détails les plus importants des distributeurs Corliss est le *dash-pot*, le plus souvent à vide. Les figures 89 à 93, qui s'expliquent par leurs légendes, en représentent quelques types des plus usités.

La distribution *Reynolds*, genre Corliss, de la grande machine de

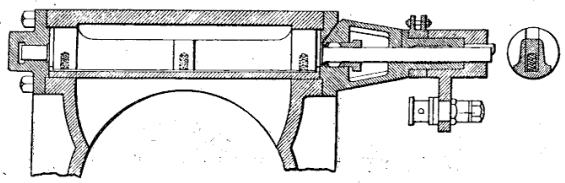


Fig. 87 et 88. — Détail d'un robinet Corliss à barre.

3 000 chevaux exposée par la compagnie Allis de Millwaukee, étant caractérisée par l'emploi d'un second excentrique permettant de faire varier la

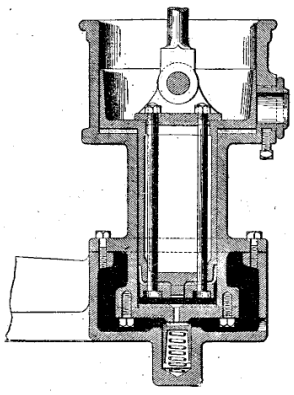


Fig. 89. — Dash-pot à vide *Frick*.

Quand le piston monte, il fait le vide sous sa petite face. Quand il descend, il refoule l'air, par sa petite face, au travers de la soupape inférieure, et, par sa grande face, au travers d'une ouverture latérale, qu'elle ferme à la fin de la course, graduellement, de manière à éviter tout choc.

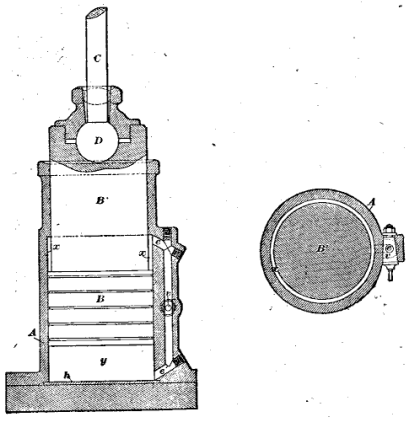


Fig. 90 et 91. — Dash-pot différentiel à vide de *Fiskhill*.

B′ B, piston différentiel relié à sa tige c par une articulation sphérique D. Quand il monte, l'air passe, par $e\,v\,e'$, de l'espace annulaire $x\,x$ dans l'espace beaucoup plus grand y, où il se raréfie; quand il descend, cet air est refoulé de y en x' avec une résistance réglée par l'étranglement v, sans rebondissement de B. Un cuir h empêche tout choc dangereux au fond de course, comme aussi en fig. 89.

détente de zéro aux 11/12 de la course. Ainsi que l'indique la figure 94, l'excentrique principal actionne, par le renvoi habituel et la bielle C, les deux plateaux A_3 et A′ des cylindres de basse et de haute pression, tandis que l'excentrique de détente attaque, par le renvoi D (d, d'), deux leviers verti-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

caux n et n', au sommet desquels sont articulés deux renvois de sonnettes l et l', dont les bras horizontaux sont soumis au régulateur, et que leurs bras verticaux actionnent respectivement, par les renvois o o, et o' o', les leviers K (fig. 95) des déclics d'admission des cylindres de basse et de haute pression (1).

Voici comment fonctionne le déclic représenté par les fig. 95 et 96. Quand la bielle W, articulée au plateau A_3 ou A' (fig. 94), et commandée,

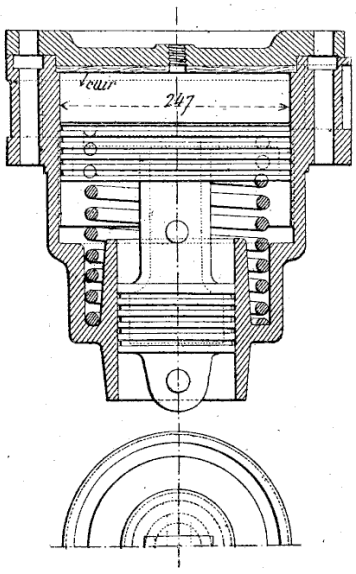


Fig. 92 et 93. — Dash-pot à air et à vapeur de la *Southwark Foundry C°*.

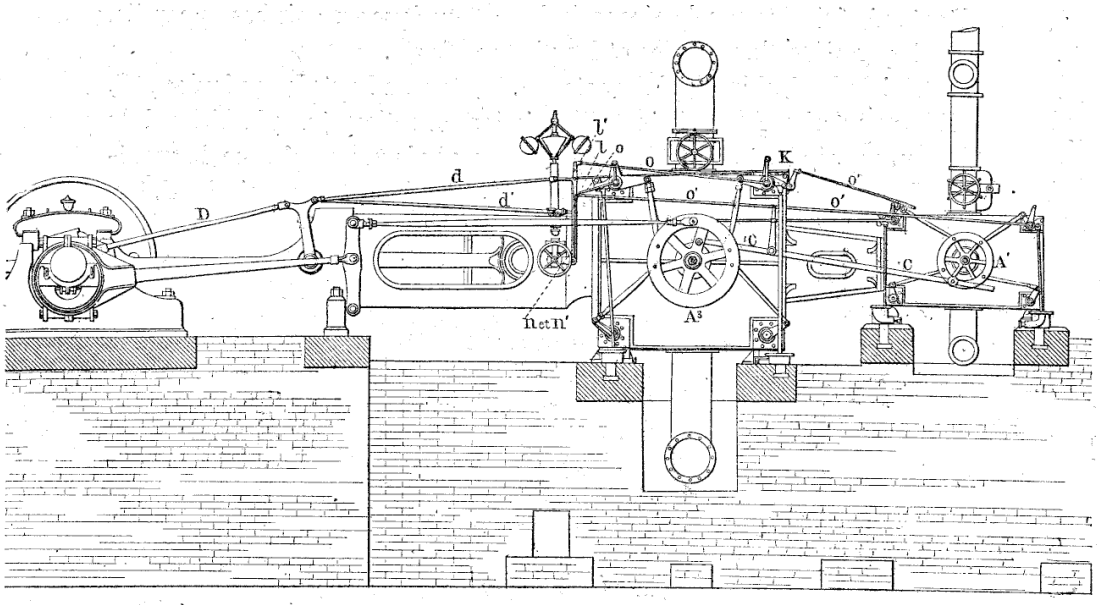
Ce dash-post est entièrement plongé dans la vapeur qui, au moment du déclic, en pousse le petit piston avec une vitesse réglée par une ouverture percée sous le grand piston, et en communication avec l'atmosphère, comme en fig. 89.

par conséquent, par l'excentrique principal, abaisse autour de l'axe du robinet d'admission correspondant le levier fou C, ce levier entraîne, par son cliquet E, la manivelle D, calée sur l'arbre du robinet, jusqu'à ce que ce cliquet rencontre la came F, et lâche la manivelle D, qui, rappelée par son dash-pot R, ferme brusquement l'admission. Or, la came F est solidaire d'un manchon G, fixé sur l'axe du robinet, et orienté autour de cet axe par le coulisseau du levier K', solidaire du levier K, articulé à la bielle O de l'excentrique de détente, par laquelle il reçoit un mouvement d'oscillation fonction, comme nous l'avons vu, à la fois du calage de cet excentrique et

(1) Voir *Peabody*, « Valve Gears », p. 115.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du régulateur. Il en est par conséquent de même, et entre des limites très étendues, de la détente (1).



T. Courtier Paris

Fig. 94. — Distribution *Reynolds* (machine Allis de 3 000 chevaux).

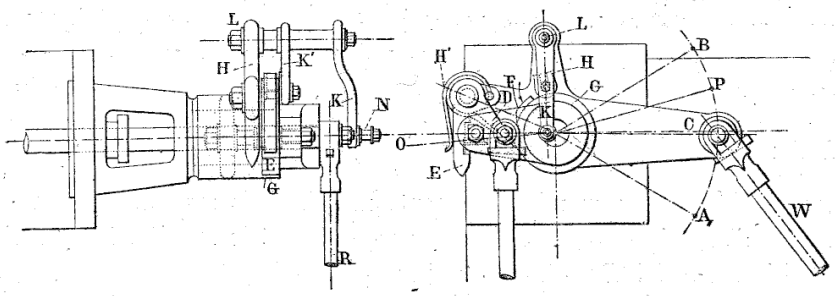


Fig. 95 et 96. — Distribution *Reynolds*. Détail du déclic.

On retrouvait une disposition analogue sur la machine exposée par *Fraser* et *Chalmers* (2).

(1) Voir aussi le brevet américain *Reynolds*, 522 304, 27 janvier 1894.
(2) *Revue industrielle*, 10 mars 1894. Nous signalerons aussi quelques Corliss à deux distri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les variétés de déclics sont naturellement innombrables : chaque constructeur se faisant un devoir d'en avoir un bien à soi, souvent plus compliqué qu'original ; nous décrirons seulement quelques-uns de ces appareils, choisis parmi les plus simples et les plus pratiques.

Celui de la machine *Fiskell* porte (fig. 97) fou au bout de son levier C′ C, mobile sur l'arbre A du robinet d'admission, et actionné par la bielle X du plateau, un axe D, à cliquet E, en prise en *c*, par le ressort *f*, avec la manivelle B, calée sur A, et l'axe D porte, à son autre bout, une manivelle F, ter-

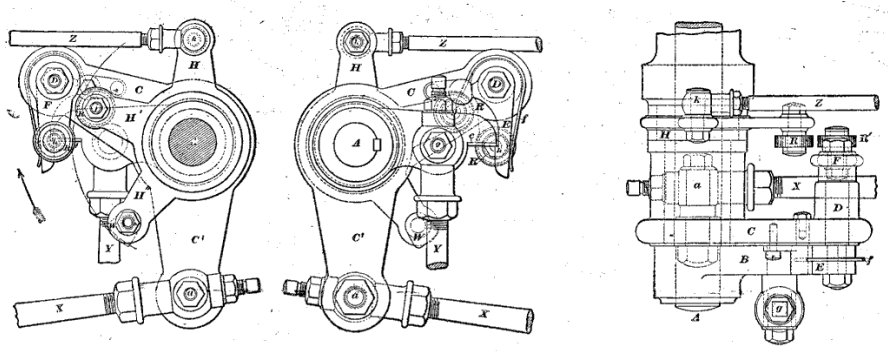


Fig. 97 à 99. — Déclic *Fiskell*. Vues de face et plan.

X, bielle du plateau de distribution, actionnant, en *a*, le levier C′ C, fou sur l'axe A du robinet d'admission, avec cliquet D E, mis en prise, en *c*, par le ressort *f*, avec la manivelle B, calée sur A — F, manivelle de D, à galet R. — H H′ H″, levier fou sur A, à came W′ et à galet R′, et soumis en régulateur.

minée par un galet R′. Quand ce galet vient buter sur le galet R, pivoté à l'une des extrémités du levier H H′ H″, fou et soumis au régulateur, E lâche la manivelle B′, qui, rappelée par le dash-pot en Y, ferme brusquement l'admission. Il faut remarquer que R ne rencontre R′ que presque dans l'axe de H′, de manière à ne presque pas influencer le régulateur. Enfin, le troisième bras H′ du levier H H′ H″ porte une came W, qui, lorsque le régulateur vient à tomber, par un ralentissement excessif de la machine ou par accident, arrive, suivant la flèche, à relever le galet R′, de manière à déclencher définitivement E de B, et à arrêter le moteur.

Avec le dispositif de *M. Sargent* (fig. 100) (1), quand le balancier 10 est tiré vers la droite par la bielle du plateau, son cliquet 17. 15, articulé en 14 et

buteurs notamment celles de *Twiss* (American-Machinist, 28 avril 1892. Brevets américains 212 285 de 1892, 473 486 de 1892). et de *Ohmen* (Electrical World, 19 mai 1894, p. 669. Brevets américains 305 718 de 1884, et 474 757 de 1891).

(1) Voir aussi le brevet américain de *Sargent* et *Rice*, n° 425 267, 1er juin 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pressé par le ressort 32, enclenche en 6, par 18, la manivelle 3, calée sur l'arbre 15 du robinet d'admission, et l'entraîne jusqu'à ce que son bras 17 vienne heurter la came 26 du levier 21, fou sur 1, et soumis au régulateur. La manivelle 3 est alors aussitôt rappelée par la tige du dash-pot articulée

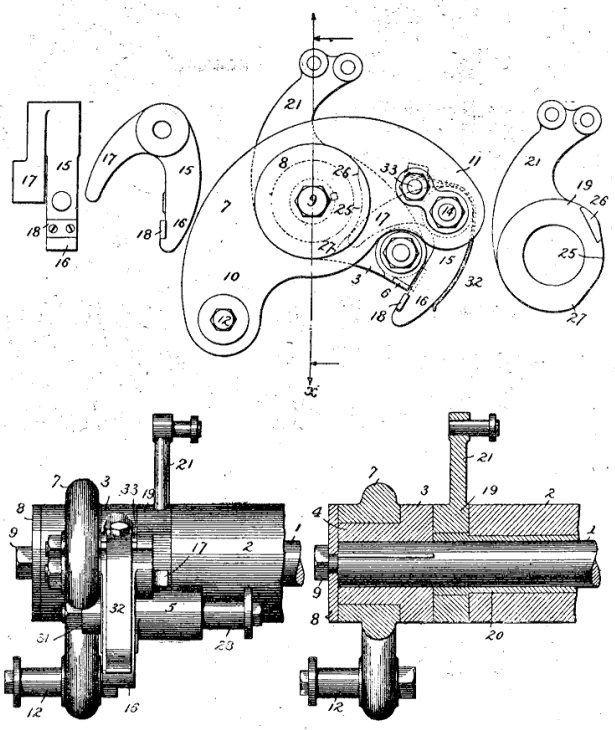


Fig. 100 à 105. — Déclic *Sargent*. Vue latérale. Coupe *x*. Détail du cliquet 15 et du levier 21.

10, 11, 7, balancier articulé en 12 sur la bielle du plateau d'excentrique et en 28 sur celle du dash-pot, fou sur l'arbre 1 du robinet d'admission, et pourvu d'un cliquet 17-15-16, pivoté en 14 et pressé par le ressort 32, fixé en 33 sur la manivelle 3, calée sur 1 et qu'il entraîne par 18-6 quand on tourne 10 de gauche à droite, jusqu'à ce que 17 vienne heurter la came 26 du levier 21-27, fou sur 1, et soumis au régulateur — 27, came de sûreté venant, quand le régulateur tombe, repousser 17 de manière à déclencher définitivement 18 de 6. — 9, boulon avec plaque 8 retenant le balancier 7 sur le manchon 4 du levier 3.

en 28. Quant le régulateur tombe par accident, la came 27 du levier 21 vient déclencher définitivement 16 de 3, et arrête la machine. C'est un dispositif compact, solide, parfaitement accessible et facilement démontable.

Le déclic de W. A. *Harris*, représenté par les figures 106 à 115, est aussi des plus remarquables. Quand le plateau de l'excentrique tire, par G, dans le sens de la flèche, 25 (fig. 107) l'extrémité f' du levier f' F f' (fig. 114),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fou sur l'axe b du robinet d'admission, le cliquet e, articule e', au bout du bras f, repousse, par la butée de son grain d'acier 9 sur le grain 6, l'arbre d, pivoté en c_3 (fig. 115), dans le bras c_2 du levier C, calé sur b, et l'entraîne,

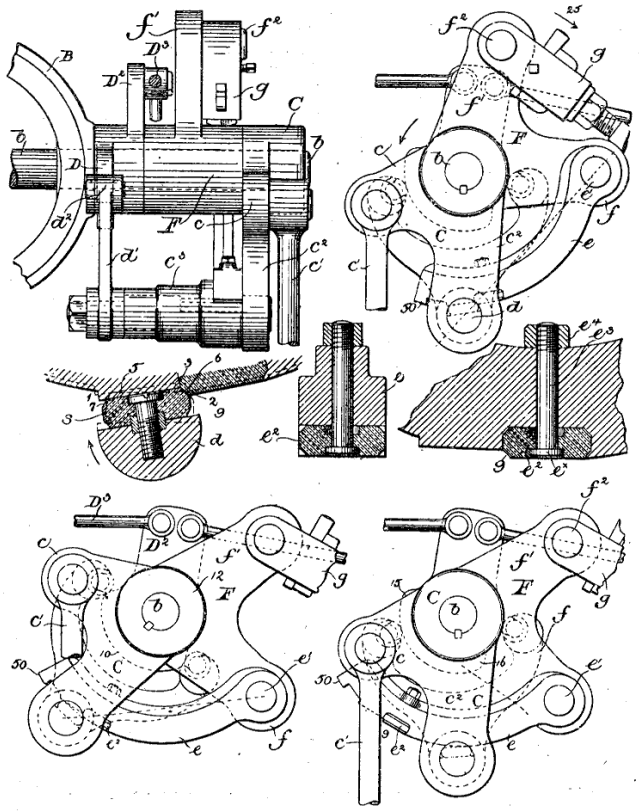


Fig. 106 à 112. — Déclic *Harris*. Vue par bout. Vues de face : au commencement de l'admission, à la fin et au rappel de fermeture. Détail de l'enclenchement 9-6.

F ff' (fig. 107 et 114), levier fou sur l'axe b du robinet d'admission, articulé en $f^2 f'$ à la bielle g du plateau de distribution, et en $f e'$ au cliquet e à grain d'acier e^2 9, fixé par $c\,c^2$ le boulon $e^3\,e^4\,e^x$ (fig. 112) — C $c\,c^2$, levier calé sur b, dans lequel est pivoté, en c^3 (fig. 115), l'arbre d, à butée S^6 fixée par des vis 3 dans son encoche 5-7 — d' (fig. 115), ancre calée sur d, à deux galets $d^2\,d^2$ — D D' D^2, manchon fou sur b, soumis en D^3 au régulateur, et avec came de déclenchement 12-15-10 — c', tige de rappel du dash-pot. — 50, talon de e, qui, en cas de non-fonctionnement du dash-pot, ramènerait le mécanisme de la position fig. 108 à celle fig. 109.

jusqu'à ce que les galets $d_2\,d_2$ de la fourche d' viennent, comme en figure 108, en butant sur la came D (fig. 113), faire pivoter d, et déclencher aussi 6 du levier C, aussitôt rappelé en c' par le dash-pot, de manière à couper brusquement l'admission, comme en figure 112. D'autre part, la came D fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 113) partie d'un levier D', fou sur b, et soumis au régulateur. Le rappel de C par le dash-pot fait passer les galets d_2 sur la partie circulaire 10 de la came D, en amenant ainsi la butée 6 à être, quand g ramène F dans la position fig. 107, renclenchée au passage par 9, de manière à recommencer l'opération.

Ainsi que le montre la figure 110, les galets d_2 n'ont, pour dégager b, qu'à faire pivoter d que de l'angle très petit indiqué en pointillé, de manière à ne baisser b que de la moitié de la saillie de Q, parce que le pivotement de b autour de e', corrélatif de celui de d, fait faire à Q la moitié du chemin

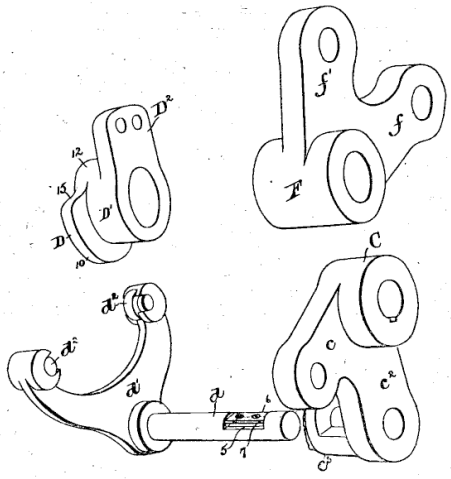


Fig. 113 à 115. — Déclic *Harris*. Détail du levier F, de la came D, et de l'ancre d' (même légende qu'en fig. 106).

nécessaire au déclenchement, qui est, par conséquent, très rapide, en même temps que très doux au régulateur; on remarquera, en outre, que l'emploi de la fourche d' et de la came D dispense de toute espèce de ressort, et rend l'action du déclic presque entièrement desmodromique. Enfin, en cas de non-fonctionnement du dash-pot, le talon 50 de e le remplacerait, et ramènerait le mécanisme de la position figure 108 à la position figure 109.

On sait que les machines Corliss sont tout à fait impropres aux grandes vitesses : au delà d'une centaine de tours par minute, l'intensité des chocs du déclic et la raideur des ressorts de rappel augmentent au point d'en rendre le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fonctionnement pratiquement difficile, dispendieux et bruyant, aussi dépasse-t-on rarement cette limite, considérée comme extrême par beaucoup de constructeurs.

Des inventeurs déjà nombreux ont cherché à conserver les avantages principaux de la distribution Corliss (suppression presque complète des espaces nuisibles, séparation des distributeurs d'admission et d'échappement

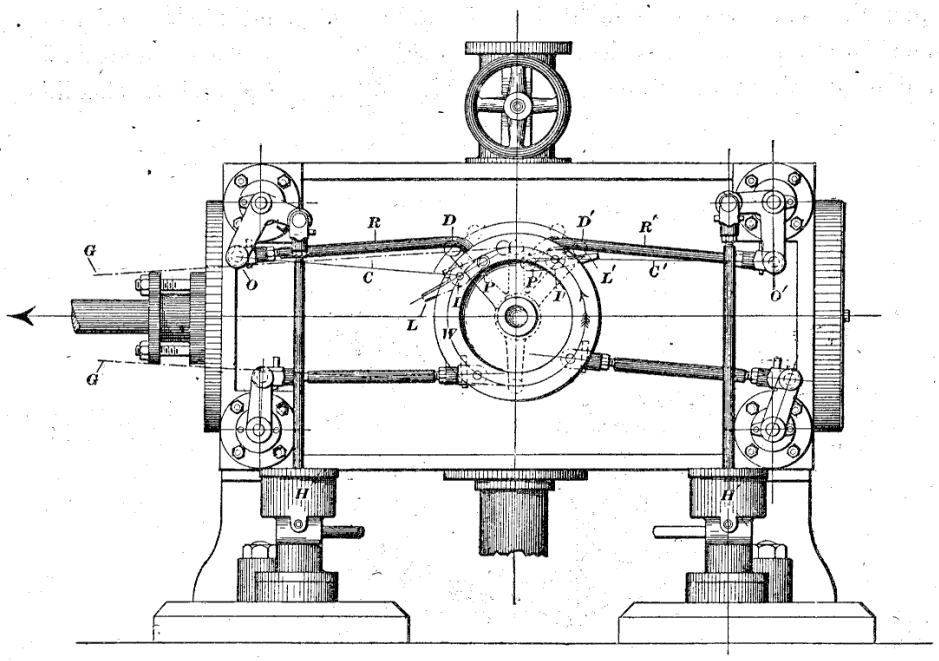


Fig. 116. — Distribution sans déclic de la machine *Bates*.

W, plateau de distribution portant, pivotés sur les deux axes I et I′, les doigts L et L′, articulés en P et P′ aux extrémités des bielles R et R′ des robinets d'admission O et O′ — D et D′, bras à galets pivotés fous sur l'axe de W et soumis au régulateur en G G — H H′, dash-pots.

complètement équilibrés, action directe, sensible et facile du régulateur, ouverture et fermeture rapide des lumières) sans avoir recours aux déclics, en commandant ses distributeurs par des mécanismes continus et desmodromiques, permettant de marcher facilement à 300 et même 350 tours.

L'une des machines américaines les plus remarquables de ce genre est celle de *Pitchford*; je n'ai besoin que de la rappeler, car elle a été décrite en détail dans plusieurs publications françaises (1).

(1) *Revue Industrielle*, 24 mars 1888. *Lumière électrique*, 23 février 1889, p. 368. *Engineering*, 26 août 1892, p. 264. A citer aussi la distribution de *Dow* (Brevet américain 521 706, 19 juin 1894.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La très remarquable machine exposée à Chicago par la *Bates Machine C°* de Joliet (Ill.) fonctionnait aussi sans déclic, à l'aide d'un mécanisme fort

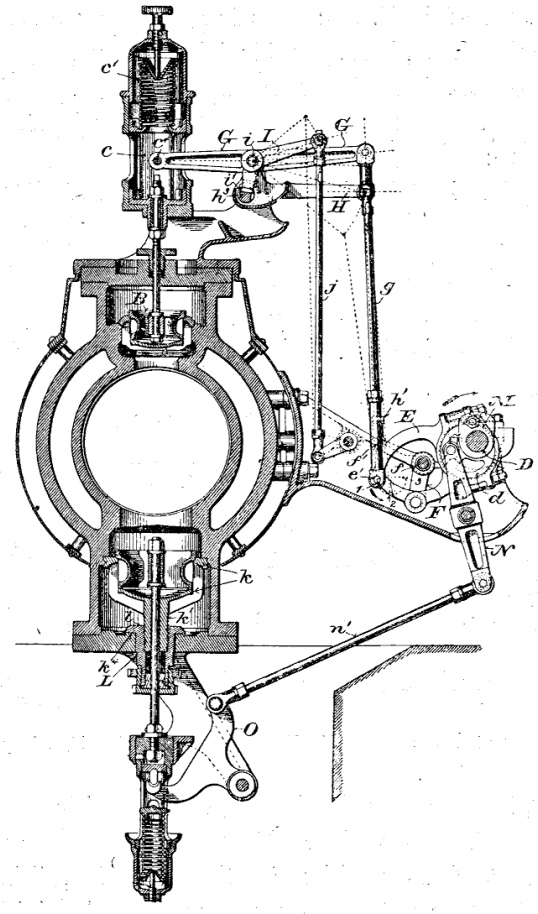


Fig. 117. — Distribution à soupapes *Nordberg*. Commencement de l'admission.

D, arbre de distribution, à excentrique *d* E, commandant par *e' g* le levier G, pivoté sur l'axe c^4 de la lanterne *c*, solidaire de la soupape B, à ressort de rappel réglable *c'*, et, (fig. 118) par F *f f' h'*, le levier H, pivoté en *h*, et pourvu d'un bras de déclic h_2 (fig. 118) à taquet h^3. I, levier soumis par *J jj* au régulateur, pivoté en *i* sur G, avec taquet *i'* — M, came ajustable, commandant par N *n'* O la soupape d'admission *k*, avec stuffing-box de réglage L, fileté en *l'* sur le porte-siège *k k'*.

simple et des plus ingénieux, facile à suivre sur la figure 116. Quand le plateau de distribution W, commandé par l'excentrique du moteur, tourne dans le sens de la flèche, son axe I', autour duquel est pivoté le doigt L', articulé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'autre part, en P', à la bielle R', entraîne ce doigt, et, avec lui, la bielle R' jusqu'à la position figurée, où l'extrémité de droite du doigt L' vient heurter le galet D'. L'appui de ce galet, faisant alors pivoter L' autour de I', soulève l'articulation P', autour de O', au-dessus du plan d'arc-boutement I' C' O', de sorte que la traction de O' sur R', libre ainsi de continuer ce mouvement sous le rappel du dash-pot, referme brusquement, comme par un déclic, le robinet d'admission : les pièces prennent alors les positions indiquées en R, I, L, à gauche de la figure.

Quant aux galets D et D', ils sont pivotés à l'extrémité de deux leviers

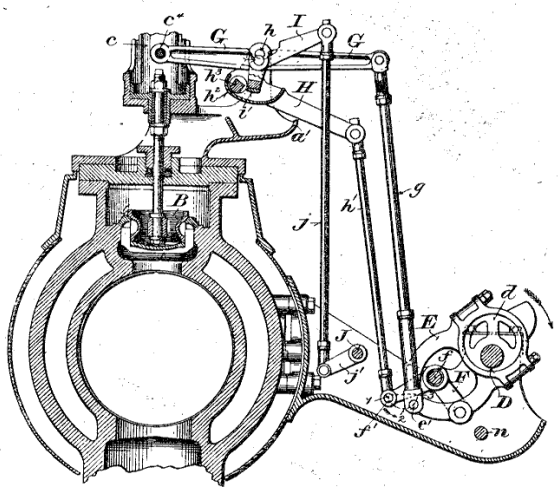


Fig. 118. — Distribution par soupapes *Nordberg* après déclic (même légende qu'en fig. 117).

coudés distincts, fous sur l'axe du plateau W, et soumis en G au régulateur, qui fait ainsi très facilement varier la détente.

La machine *Bates* de l'Exposition, à cylindre de 510 millim. × 1^{m},23 de course, faisait 300 chevaux à 80 tours, sous une pression initiale de 7 kilos et une détente au quart de la course. Sa marche était régulière et absolument silencieuse.

Les *distributions par soupapes* sont très rares aux États-Unis sur les machines fixes : je citerai néanmoins, comme des mieux étudiées, celle de M. *Nordberg*, représentée par les figures 117 et 118 (1).

(1) A citer aussi les distributions par soupapes de *Putnam* et de *Gaskill* (Peabody, « Valve

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'arbre de distribution D commande, à chaque extrémité du cylindre, les organes représentés en figure 117. Son excentrique d a sa tige E, évidée comme l'indiquent les figures 117 et 118, articulée d'une part à la tige g du levier G, pivoté, en c_4, dans la lanterne c, solidaire de la soupape d'admission B, et, d'autre part, au levier coudé F, qui commande par h' le levier H, pivoté autour du point fixe h. En outre, le régulateur agit par j sur un troisième levier I, pivoté en i sur G, et dont le petit bras porte un taquet i'.

Dans la position figure 117, ce taquet repose sur celui h_3 du levier H, et les

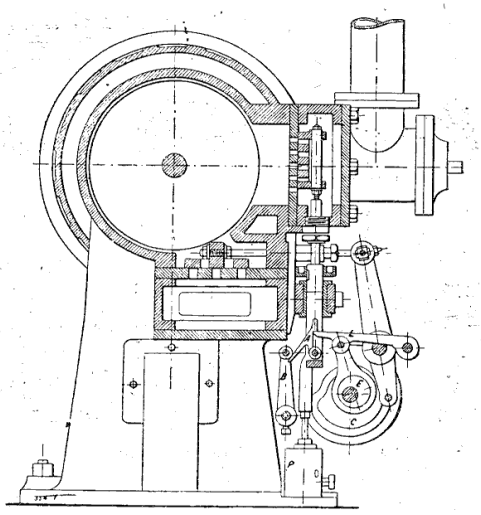


Fig. 119. — Distribution *Brown* par tiroirs à grilles et à déclics.

E, excentrique commandant le tiroir d'admission par le cliquet L, à déclic A, soumis au régulateur en B — C, came commandant le tiroir d'échappement horizontal — P, dash-pot.

axes h et i coïncident, de sorte que, l'excentrique tournant dans le sens de la flèche, et e' décrivant la courbe 1. 2, le levier G, pivotant autour de l'axe i, fixé par l'appui de i' sur h_3, commencera par ouvrir la soupape d'admission B. Mais, en même temps, le levier coudé F, abaissant H et ramenant h_3 vers la gauche, le déclenchera de i', et fermera (fig. 118) l'admission d'autant plus vite que le régulateur aura reculé, par J, le taquet i' plus vers la droite. On remarquera que cette fixation de la détente est indépendante de l'usure des contacts i' et h_3.

Gears », p. 123 et 125, 1 vol. J. Wiley, New-York, 1892 et *American Machinist*, 14 nov. 1885, p. 2).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Après la fermeture de l'admission, le point *é* décrit d'abord la partie ascendante 2. 3 de la courbe 1 2 3, puis la partie presque horizontale 3. 1, pendant laquelle le levier G reste presque immobile, tandis que H ramène h^3 sous i', prêt à recommencer, comme en figure 117, une nou-

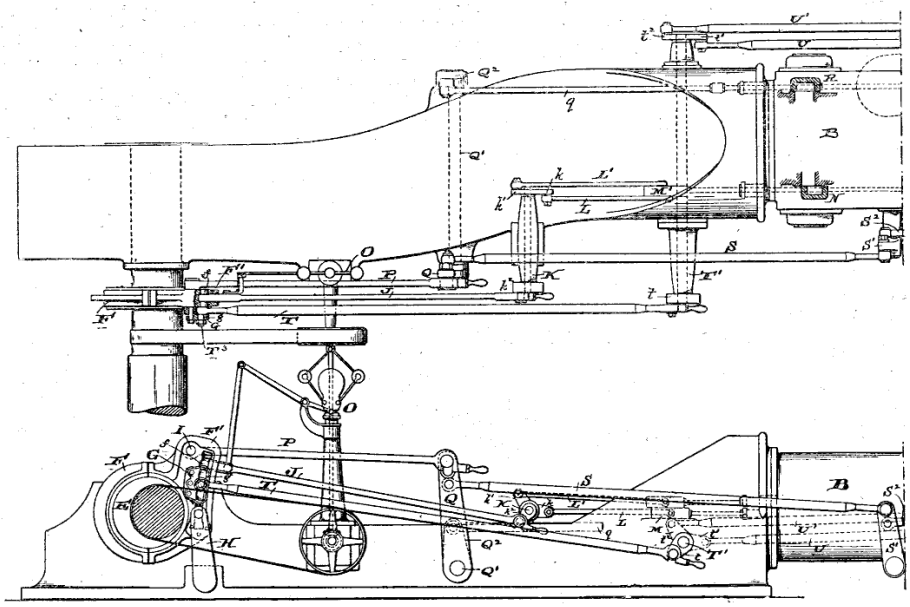


Fig. 120 et 121. — Machine Porter Allen à distribution *Good et Lindroth*. Plan et élévation.

F (fig. 122 et 123), excentrique à coulisse F′ *f*, commandant par sa tige J, soumise au régulateur O, et par le renvoi K *k k′ k²* L L′, les tiroirs d'admission N du cylindre de haute pression B — G (fig. 122), coulisse auxiliaire, menant par *g* T *t* T′ *t′ t²* U et U′, les tiroirs d'admission du grand cylindre — P, tige articulée en I, menant, par Q S S′S², et Q′ Q *q*, les tiroirs d'échappement R des deux cylindres.

velle admission. Les taquets i' et h_3 s'abordent presque sans choc; la marche est douce et sans bruit.

Quant à l'échappement, il s'opère par le renvoi N*n*′O, commandé par la came M, en deux parties ajustables l'une sur l'autre.

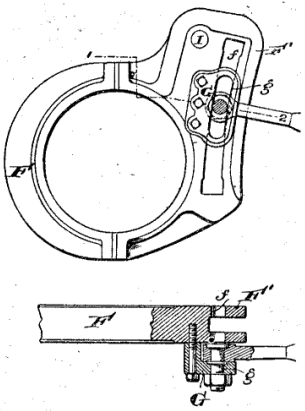
Si la soupape d'échappement *k* fuit, il suffit de tourner le stuffing-box L, fileté sur *k′*, pour serrer la garniture, en même temps que *l* sur k_4, ainsi que le siège *k* sur sa portée. Enfin, la soupape d'admission n'est jamais retenue que par son ressort *c*, qui lui permet toujours de céder aux coups d'eau.

Les distributions par *tiroirs à déclics* sont aussi peu fréquentes aux États-Unis : je rappellerai néanmoins la remarquable distribution de *Brown*, qui figurait à l'Exposition de 1889.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette distribution comporte, à chaque extrémité du cylindre, deux tiroirs à grilles; l'un horizontal, pour l'échappement, et commandé invariablement par la came C (fig. 119), tracée de manière à donner des ouvertures et des fermetures très rapides; l'autre vertical, pour l'admission, est mené par l'excentrique E, au moyen du levier fou L, à déclic A, commandé par le levier B, soumis au régulateur. Quand A lâche L, le tiroir retombe, par la poussée de la vapeur, avec une vitesse amortie par le dash-pot P (1).

Parmi les *distributions par coulisse* pour machines fixes, je citerai la nou-



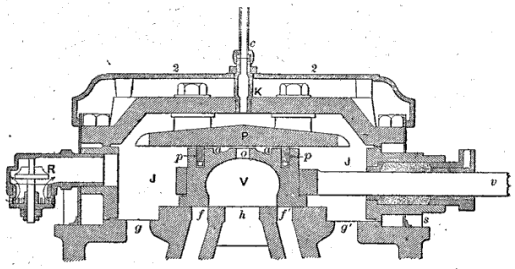


Fig. 122 et 123. — Excentrique à double coulisse *Good et Lindroth*. — Élévation et coupe 1-2.
(Même légende qu'en fig. 120.)
Fig. 124. — Tiroir équilibré de *Richardson* pour locomotives.

J, boîte à tiroir, à couvercle K, avec prise d'indicateur *c*, recevant la vapeur en *g g'*, l'admettant par *f f'* et l'échappant par *h* V — P, plateau à garnitures étanches *p p*, empêchant la vapeur de pénétrer en *a*, et dont les fuites s'évacuent à l'échappement par *o* V — R, reniflard empêchant les gaz de la boîte à fumée d'entrer en J quand on marche en contre-vapeur.

velle disposition du type *Pius Fink* adoptée par MM. *Lindroth* pour les machines du type *Porter Allen* construites par la *Southwark Foundry*.

On reconnaît, sur la figure 122, le type ordinaire du collier d'excentrique Fink : F F', avec coulisse *f*. On a ajouté à cette coulisse une seconde coulisse *g*, entaillée dans une plaque G, fixée parallèlement à la première, et dont le coulisseau commande, par T (fig. 121), le levier *t*, pivoté en T', et qui mène, par t_1 t_2, U et U', les tiroirs d'admission du cylindre détendeur situé dans le prolongement du cylindre de haute pression B. Les tiroirs N de ce dernier cylindre sont menés par la coulisse F, dont la tige J, soumise

(1) Voir *Peabody*, « Valve Gears », p. 115, et le brevet américain 524 306 du 7 avril 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au régulateur, attaque ces tiroirs par le renvoi h_2 K k' k L L'. Quant aux tiroirs d'échappement des deux cylindres, ils sont menés tous les quatre par la tige invariable P et le renvoi Q_1 Q_2, dont la tige q actionne l'échappement R du petit cylindre, et la tige S celui du grand.

L'emploi des *tiroirs plans équilibrés* est presque universel aux États-Unis sur les locomotives. Les tiroirs sont non pas en bronze, mais en fonte, et il n'est pas rare de les retrouver intacts après des parcours de 150 000 kilomètres.

L'un des plus employés parmi ces tiroirs est celui de *Richardson*, (fig. 124) (1). L'équilibre s'y produit par le glissement étanche des garnitures

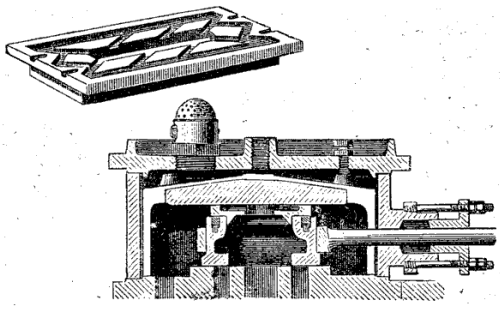


Fig. 125 et 126. — Tiroir *Delancey*.

en fonte *pp*, appuyées sous le plateau P par des ressorts. Ces garnitures sont indépendantes les unes des autres, les petits côtés s'enclenchant sur les grands par de simples encoches, de sorte que leur ensemble constitue un cadre essentiellement déformable, d'une flexibilité qui, d'après l'inventeur, en assure l'étanchéité permanente. Dans les locomotives, les bords du trou *o*, qui met l'intérieur du cadre en rapport constant avec l'échappement, affleurent parfois ce cadre, et viennent, quand on marche à blanc, y frotter légèrement, de manière à empêcher ainsi l'aspiration des poussières de la boîte à fumée dans le cadre; mais il paraît préférable d'avoir recours, dans ce but, à un reniflard R, en communication avec la boîte du tiroir.

La plaque du tiroir de *Delancey* est creusée (fig. 125) de saignées qui facilitent la sortie des fuites de vapeur vers l'échappement; et ses barettes

(1) Disposition analogue, en principe, à l'ancien compensateur de *Dawes et Rennie* (1869).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

latérales portent chacune deux petites encoches qui admettent un peu de vapeur pour le graissage des bords.

Le tiroir de l'*American Balance Slide Valve C°*, de San Francisco, a (fig. 127 et 128) son cadre d'équilibre constitué par un ou deux anneaux à bords inclinés, formant chacun joint étanche d'une part avec le plateau du couvercle de la boîte à vapeur, sur lequel il glisse, et, d'autre part, avec un second plateau fixé au tiroir. La vapeur appuie l'anneau à la fois sur la ner-

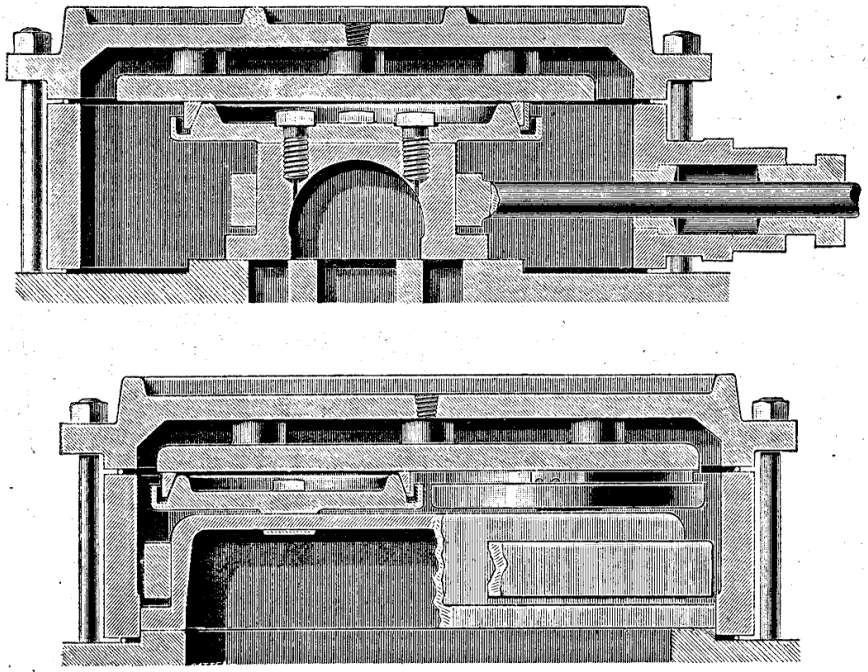


Fig. 127 et 128. — Tiroir équilibré de l'*American Balance Slide Valve C°*, à un et à deux plateaux.

vure de ce plateau, par sa pression à la circonférence de l'anneau, et sur le plateau supérieur, par sa pression sous l'anneau. Cette disposition présente l'avantage de supprimer tous les ressorts.

Les tiroirs à double entrée des machines *Russell* ont (fig. 129) leur cadre chargé par un ressort médian assez flexible pour céder facilement aux coups d'eau.

La solution adoptée pour la machine *Ball* est (fig. 130) particulièrement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ingénieuse. Le tiroir, à double entrée, est constitué par deux manchons emboîtés l'un dans l'autre, et que la pression même de la vapeur admise par leur intérieur tend à séparer de manière à les appuyer sur leurs glaces, mais juste de la pression nécessaire pour en assurer l'étanchéité.

Le tiroir *Ide*, représenté par les figures 132 à 135, est employé sur les machines de ce nom, très répandues aux États-Unis, où elles comptent parmi les meilleures du type rapide. Ainsi qu'on le voit par la figure 135 le tiroir est constitué par un cadre très léger, à quatre barrettes d, d, d_3, d_4, renforcées par un tube D_2, dans lequel passe la tige du tiroir, fixée par un boulon à l'extrémité du cadre. La plaque d'équilibre E, creusée d'un canal d'Allen

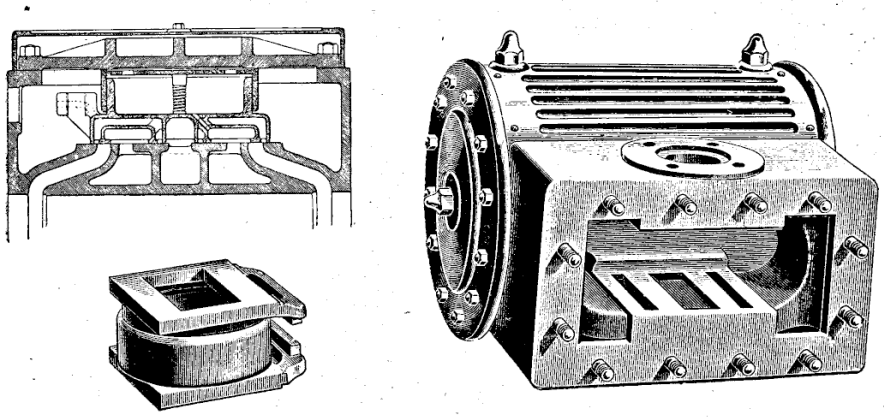


Fig. 129, 130 et 131. — Tiroirs équilibrés *Russell* et *Ball*.

E_3, enveloppe le tiroir par ses côtés ee, où elle est retenue par un goujon e_2; elle porte deux évidements e_3 e_4, en face des lumières d'admission cc_1, et qui assurent l'équilibre du tiroir. Quant au poids du tiroir, il est (fig. 134); supporté en grande partie par deux petits galets F F, ayant pour diamètre l'épaisseur de e, et que l'on remplace parfois par des billes. Un ressort E_2 permet à la plaque d'équilibre de céder aux coups d'eau.

En figure 132, le tiroir est représenté admettant la vapeur au canal d'admission c_1 de gauche, à la fois autour de la barette d_2 et par le canal E_3, ouvert à droite dans la chambre de vapeur; en même temps, la vapeur s'échappe de la droite du cylindre par c, c_2. En figure 136, c'est l'inverse : l'admission se fait à gauche : enfin, en figure 137, l'échappement est ouvert à droite, et l'admission va s'ouvrir à gauche par un léger déplacement du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tiroir vers la gauche, déplacement qui aura pour effet d'ouvrir le canal E_3 en d_1, en même temps que; c_1 en d_2; de sorte que l'on voit bien, sur cette

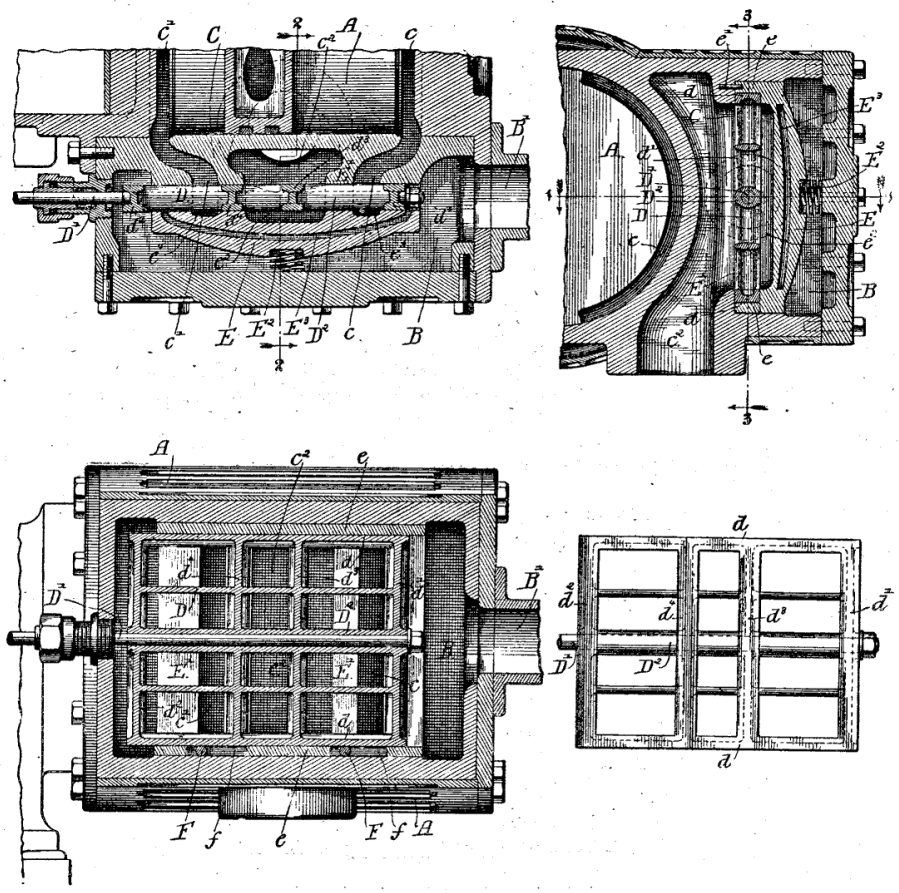


Fig. 132 à 135. — Tiroir équilibré *Ide*. Coupes 1-1, 2-2, 3-3, et détail du tiroir.

A, cylindre, avec lumières c et c^1, pour l'admission et l'échappement — c^2, tuyau d'échappement. — D, tiroir à cadre d, avec barettes d^1 d^2 d^3 d^4, et douille D^2, pour l'attache de sa tige D^1 — E, plateau d'équilibre à ressort E^2 et canal à double entrée E^3, retenu en e^1 (fig. 133) sur la glace E^1, et guidant le tiroir par ses rebords e — f, coulisses de e, à galets F, supportant le tiroir — B^1, admission de la vapeur dans la chambre B du tiroir.

figure et sur la figure 138, comment le canal E_3 augmente les orifices au commencement des admissions (1).

(1) A citer les tiroirs équilibrés américains de *Allen* (Engineering, 7 fév. 1879, p. 115 et La Lumière électrique, 15 mars 1884, p. 467). *Johnson* (American Machinist, 14 mars 1881, p. 2). *Freeman* (ElectricalWorld, 6 sept. 1890, p. 171). *Mac-Dermott* (American Machinist, 21 mars 1885,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais c'est surtout sous la forme très rationnelle de pistons ou de cylindres creux que l'on rencontre, aux États-Unis, les tiroirs équilibrés, où ils ont

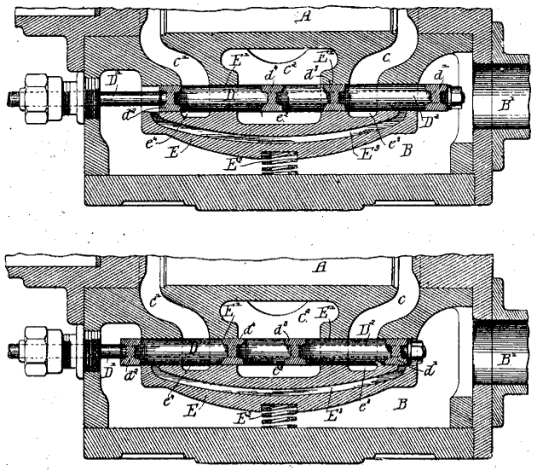


Fig. 136 et 137. — Tiroir *Ide* au commencement et à la fin de l'admission à droite (même légende qu'en fig. 132).

supplanté, comme chez nous dans la marine, les tiroirs plats, même sur la ma-

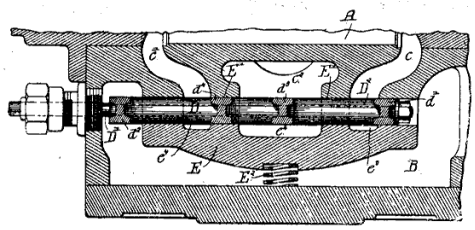


Fig. 138. — Tiroir *Ide* à simple entrée (même légende qu'en fig. 132).

jorité des nouvelles machines de *M. Ide*, ainsique le montre la figure 139 (1).

La vapeur d'admission entoure le corps du tiroir, par l'intérieur duquel

p. 3). *Parker et Clark* (Scientific American, 31 déc. 1892, p. 418). *Shepherd* (Brevet américain, 514 509 de 1894) *Vanderventer* (Scientific American, 21 nov. 1891, p. 327). *Sweet* (Revue industrielle, 31 mai 1890, p. 209).

(1) A citer les tiroirs cylindriques de *Armington* (La Lumière électrique, 23 fév. 1889, p. 363). *Baxter* (id., 20 mars, 1880, p. 545). *Westinghouse* (id. 6 avril 1889, p. 26). *Beck* (Brevet americain, 483 127 de 1893). *Phelps* (Scientific American, 9 déc. 1882, p. 371). *Taylor* (American Machinist, 26 mai 1892, p. 1).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se fait l'échappement, de sorte qu'il suffit, pour vérifier l'étanchéité du tiroir, d'amener le tiroir au point mort, et d'admettre la vapeur après avoir enlevé les fonds de la boîte. Le remplacement d'un tiroir se fait très simplement : on fournit, à cet effet, avec le nouveau tiroir, un alésoir portatif, que l'on monte sur le cylindre, et qui réalèse les glaces au diamètre voulu assez exactement pour qu'il n'y ait qu'à introduire le nouveau tiroir sans aucun danger de fuite. Les pistons, en fonte, sont à deux segments, aussi en fonte, mais (fig. 140) interrompus au bas, sur une longueur égale au 1/8 de leur circonférence, par un voussoir en bronze, d'une épaisseur telle que le piston soit

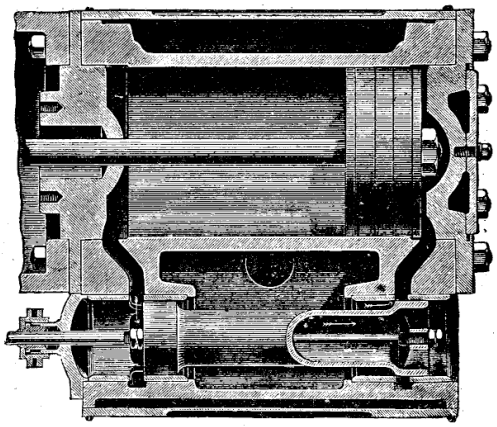


Fig. 139. — Tiroir cylindrique creux de *Ide*.

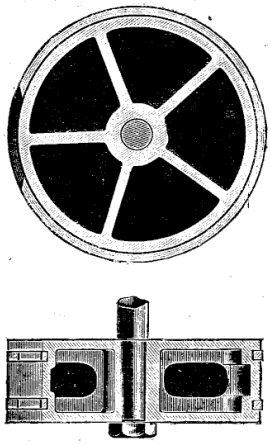


Fig. 140 et 141. — Détail des segments des tiroirs *Ide*.

parfaitement centré lorsqu'il repose entièrement sur cette portée en bronze, et biseauté de manière que ses joints avec la partie en fonte restent parfaitement étanches, quelle que soit la dilatation des segments par leur usure.

La tige de ces tiroirs est articulée (fig. 72) à la barre d'excentrique par un joint sphérique à boule d'acier dans rotule de bronze, et le tiroir est si bien équilibré qu'il est facile de tourner sa tige à la main sur ce joint.

Pour les grands tiroirs, de 150 à 460 millimètres de diamètre, comme ceux des cylindres à basse pression des compound (fig. 142), la tige est massive, et les segments sont dilatés (fig. 143) par un coin cylindrique, fixé sur la tige par écrou et contre-écrou, et ajusté sur machine chaude, de façon à assurer l'étanchéité. Quand la machine se refroidit, ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coin en bronze, se contractant plus que la fonte des segments, leur laisse prendre le petit jeu nécessaire pour éviter à coup sur tout grippement au démarrage.

On obtient, dans les machines de *Dick et Church*, le même résultat en aisant arriver la vapeur tout autour de l'enveloppe du tiroir (fig. 145), de

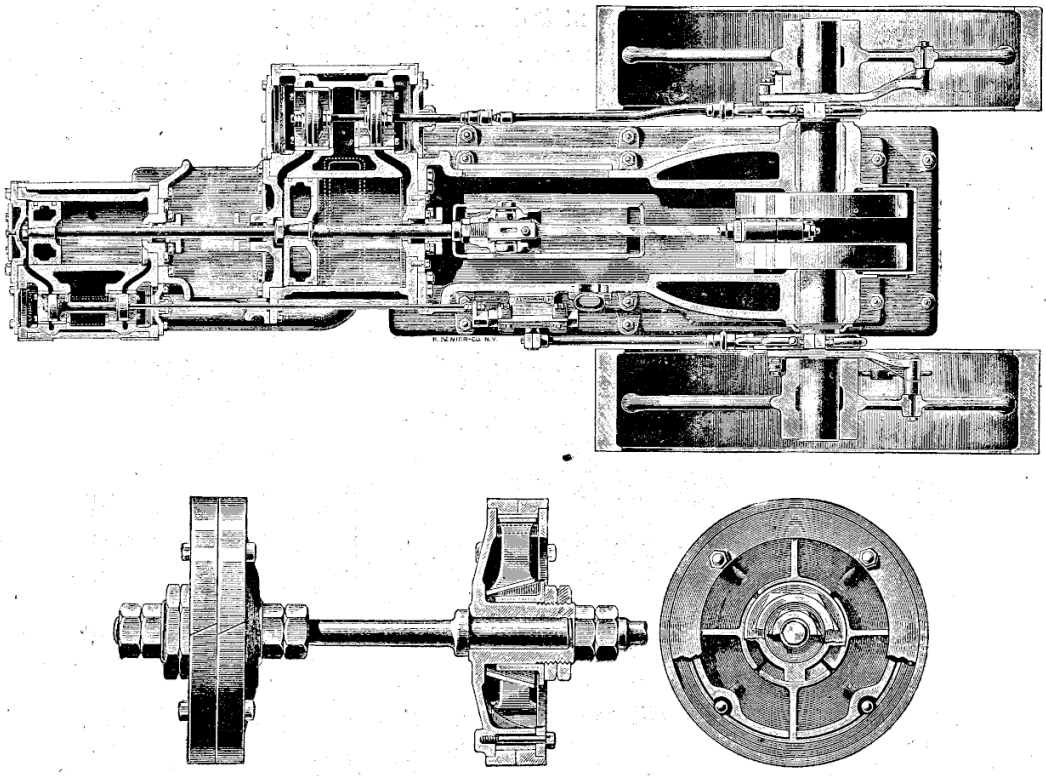


Fig. 142 à 144. — Machine compound *Ide* à tiroirs-pistons (fig. 73). Coupe par la distribution et détail du tiroir de basse pression.

manière qu'elle commence à se dilater un peu plus tôt que ses pistons. Le tiroir est en contre-bas du cylindre, avec poche de vidange automatique assurant un drainage très efficace. Les portées sans segments des pistons sont très larges : 80 millimètres, par exemple, pour chaque piston de 230 millimètres de diamètre, et ne s'usent que très lentement (1).

(1) Solution analogue à celle d'*Atherton* (Brevet anglais, 12960, 7 fév. 1850.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

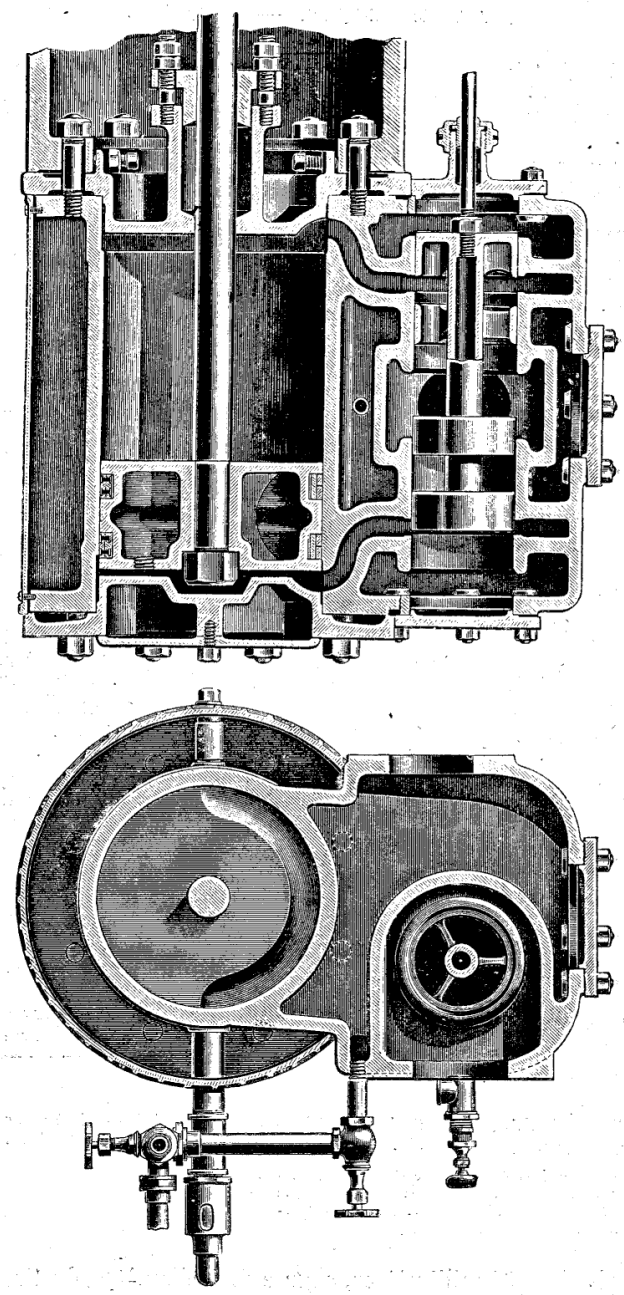


Fig. 145 et 146. — *Dick et Church.* Distribution par tiroir-piston.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'une des distributions à tiroirs cylindriques les plus remarquables de l'Exposition de Chicago était celle de la machine compound de 1 200 chevaux

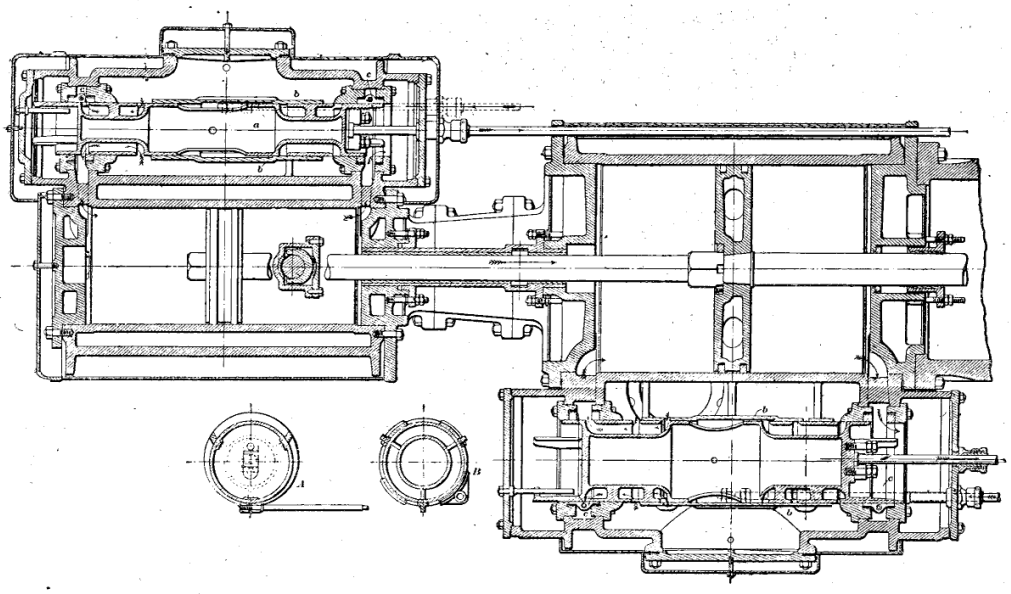


Fig. 147 à 149. — Distribution par tiroirs concentriques *Mac Intosh et Seymour*.

de *Mac-Intosh* et *Seymour*, dont la figure 147 représente le détail (diamètre

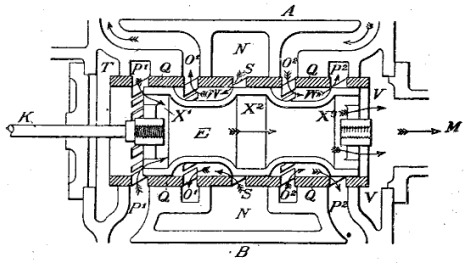


Fig. 150. — Distribution *Jackson* à tiroir cylindrique creux pour machines Wolff.

A et B, cylindres de haute et de basse pression — N, admission de la vapeur dans la chambre du tiroir E, à barettes $X^1 X^2, X^3$. — $P^1 P^2$, $O^1 O^2$ et S, lumières circulaires du fourreau T Q V du tiroir.

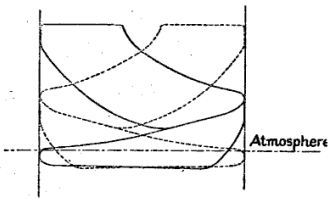


Fig. 151. — Diagrammes de la machine *Jackson*.

du grand cylindre 815 millimètres, course 915, diamètre du tiroir 315 millimètres, vitesse 110 tours). Chacun des cylindres de cette remarquable

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machine avait sa distribution commandée par deux tiroirs cylindriques concentriques : l'un *a*, tiroir principal, mené par un excentrique invariable, l'autre, *b*, tiroir de détente, conduit par un excentrique à calage variable par un régulateur direct. L'étanchéité et le guidage du tiroir principal sont assurés aux extrémités par des bagues *c c*, que l'on peut serrer de l'extérieur comme

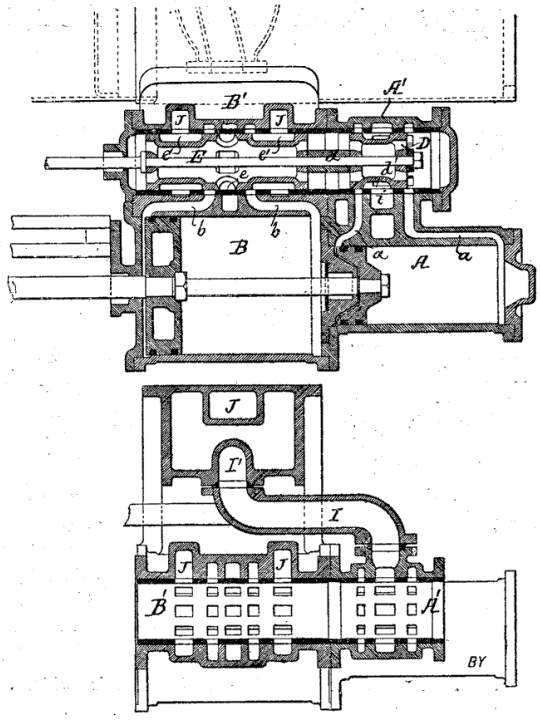


Fig. 152 et 153. — Distribution *Player* pour locomotives compound.

A et B, cylindres de haute et de basse pression, avec lumières *a a* et *b b*, et tiroirs D et E, conjugués par une même tige — I I', admission de la vapeur de la chaudière — *i*, échappement du petit cylindre — J J, échappement du grand cylindre — *e e'*, canaux d'admission et d'échappement du tiroir E.

l'indique la figure 148. La vapeur est amenée de la chaudière puis du petit cylindre autour des tiroirs; on la voit, admise à gauche des cylindres, par les deux lumières ouvertes du tiroir de détente et par celle du tiroir principal, fermée à la droite des cylindres, d'où la vapeur s'évacue au condenseur sans refroidir sensiblement le tiroir. Ces tiroirs fonctionnent avec une grande douceur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les tiroirs cylindriques permettent l'exécution de distributions très compactes, par exemple pour les machines Wolff à encombrement réduit. Comme exemple, je citerai celle de *Jackson*, pour une compound à deux cylindres A et B (fig. 150), avec manivelles à 180° et à tiroir unique E. Dans la position figurée, la vapeur, admise de la chaudière en N, autour du tiroir, pénètre, par S W O_1, à gauche du cylindre de haute pression A, d'où elle s'échappe par O^2 W P_2, à droite, dans le grand cylindre B, dont l'échappe-

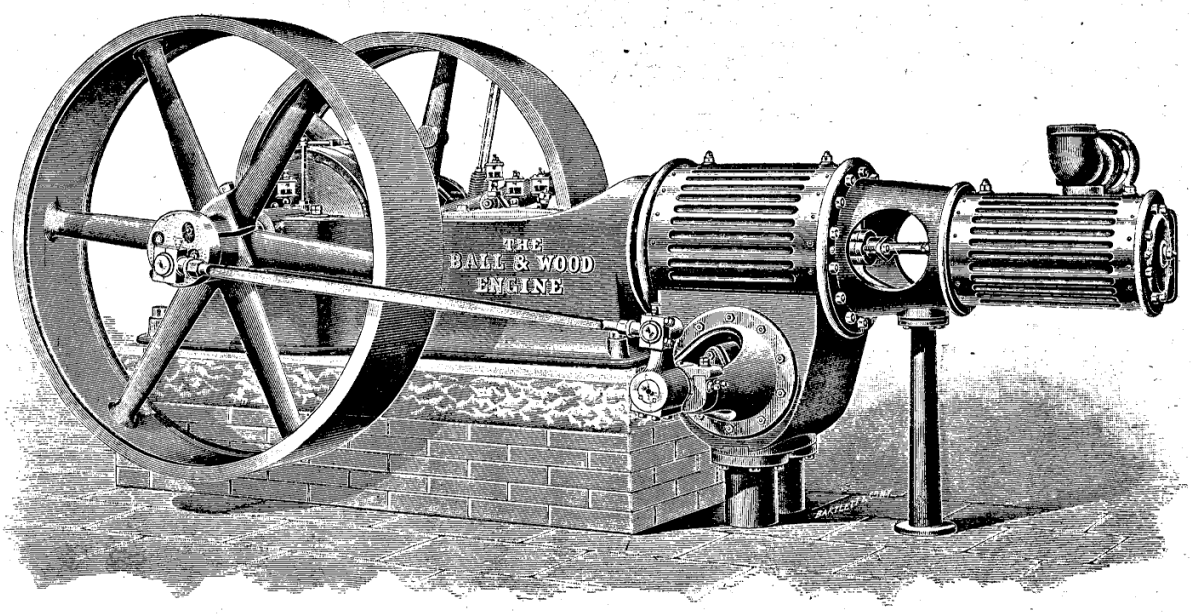


Fig. 154. — Machine compound *Ball et Wood* à tiroir oscillant.

ment se fait à gauche, par P X_2 V, au condenseur M. Ce système n'a d'autre inconvénient que celui d'un rapprochement trop intime des deux vapeurs d'admission et d'échappement. Ainsi que l'indiquent les diagrammes (fig. 150) la chute de pression du petit au grand cylindre est pratiquement nulle.

On retrouve, aux États-Unis, les tiroirs cylindriques sur un grand nombre de locomotives, notamment sur les compound : je n'en citerai ici qu'un exemple : la distribution de *M. Player* (fig. 152), adoptée par l'usine des Brooks Locomotive Works (1). Quand la tige commune aux deux tiroirs E et D se

(1) A citer aussi les distributions *Vauclain* (Railroad an Engineering Journal, janvier 1890,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

déplacera d'un peu vers la droite de la position figurée, la vapeur amenée par I, de la chaudière en *i*, passera de l'extérieur de D sur la face gauche du piston de A, pendant que la vapeur qui vient d'agir en A passera, par l'intérieur de D et la lumière centrale *e*, à gauche du cylindre B, dont la droite évacue sa vapeur à l'échappement par les canaux *e'* et J de gauche. L'inverse

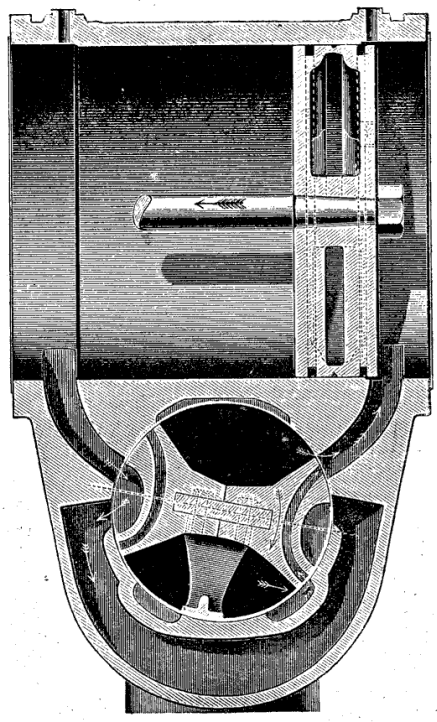


Fig. 155. — Tiroir oscillant *Ball et Wood*.

se produit ensuite pour la course de retour des pistons. Ces tiroirs fonctionnent parfaitement bien sous tous les rapports.

Les *distributeurs oscillants* sont, en dehors des machines Corliss, peu usités aux États-Unis, néanmoins le type de robinet de la machine *Ball et Wood* (fig. 154 et 155), très en faveur, paraît avoir donné de bons résultats sur les

p. 39. Engineering, 7 sept. 1893, p. 301. Bulletin des Arts et Métiers, août 1893, p. 798 Brevet américain 499 065, 6 juin 1893), *Pitkin* (Brevet américain, 417 083 de 1889), *Ball* (Brevet américain 511 186, 521 254, 19 décembre 1893 et 12 juin 1894).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grands cylindres des compound. Le robinet tournant dans le sens de la flèche (fig. 155), la vapeur du petit cylindre, admise dans son intérieur, pénètre à droite du grand cylindre d'abord par son canal intérieur, puis par ce canal et directement, pendant que la vapeur du grand cylindre s'échappe à gauche, par l'extérieur du robinet. L'inverse a lieu quand, au fond de

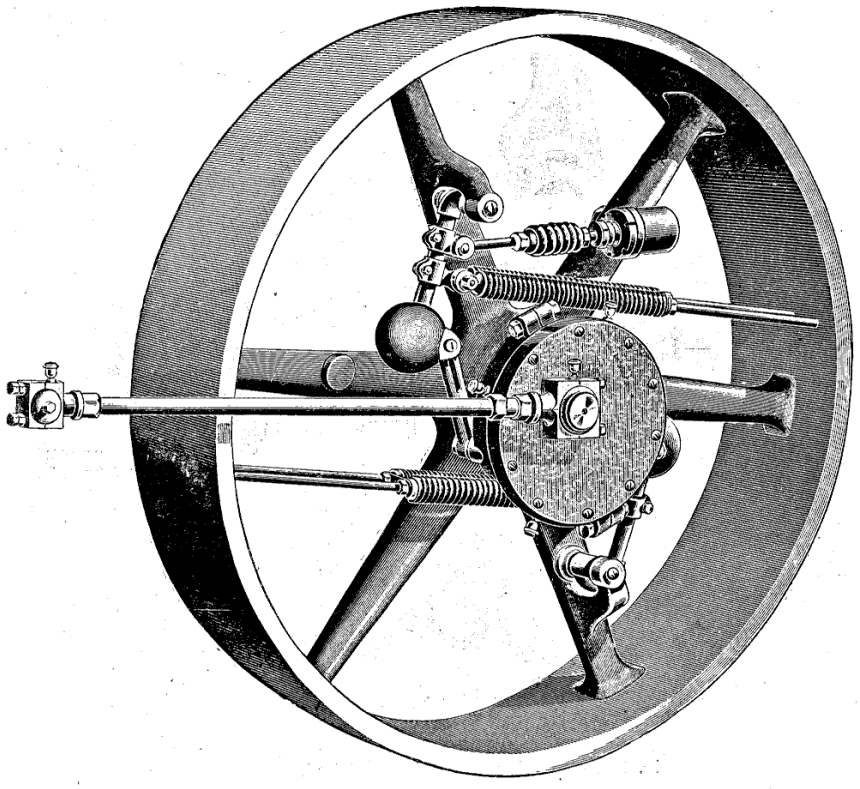


Fig. 156. — Régulateur *Ball*.

course de gauche du grand piston, le robinet oscille de droite à gauche. Grâce au grand diamètre du robinet, il peut donner des admissions et des coupures très vives ; c'est, en réalité, l'équivalent de deux tiroirs à double entrée appliqués sur leurs glaces circulaires par la pression même de la vapeur, avec une force réglée par leur montage sur le plat de l'arbre central qui les commande, et disposés de manière à drainer parfaitement le cylindre (1).

(1) A citer aussi le tiroir oscillant de *Cases* (Brevets américains 441 092 et 443 476).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les Régulateurs.

Les régulateurs des machines rapides sont presque toujours du type *direct*, montés directement sur l'arbre, ou, le plus souvent, dans le volant du

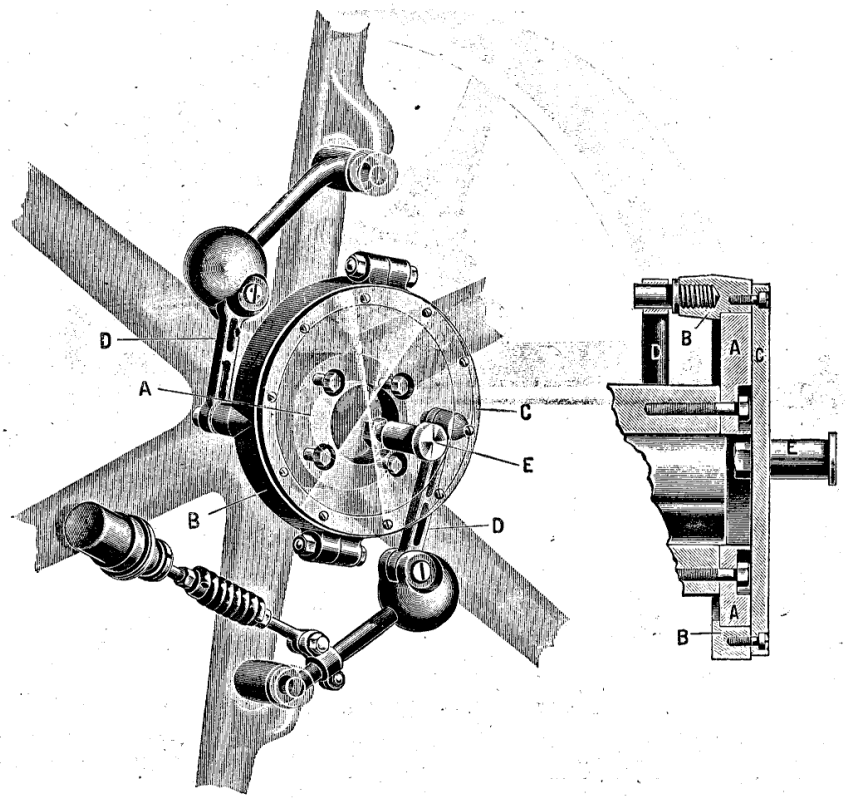


Fig. 157 et 158. — Détail du régulateur *Ball*.

D, menottes articulées aux masses centrifuges et, en B, au collier de l'excentrique A, à bouton E, menant la tige du tiroir.

moteur, et agissant directement sur le calage de l'excentrique, ou à la fois sur la course et le calage de l'excentrique. Ces régulateurs, dont l'idée première paraît appartenir à *MM. Hartnell* (1) et *Raffard* (2), sont des appareils fort

(1) *La Lumière électrique*, 9 avril 1886, p. 252.
(2) *Bulletin des Arts et Métiers*, 1872, p. 645.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

simples, robustes et puissants ; ils donnent, quand ils sont bien installés, d'excellents résultats. Ils sont d'ailleurs déjà bien connus et répandus en France depuis 1889 (1). Nous nous contenterons donc d'en signaler quelques types nouveaux particulièrement ingénieux (2).

Le régulateur de *Ball* est (fig. 156 à 158) remarquablement simple. Ses

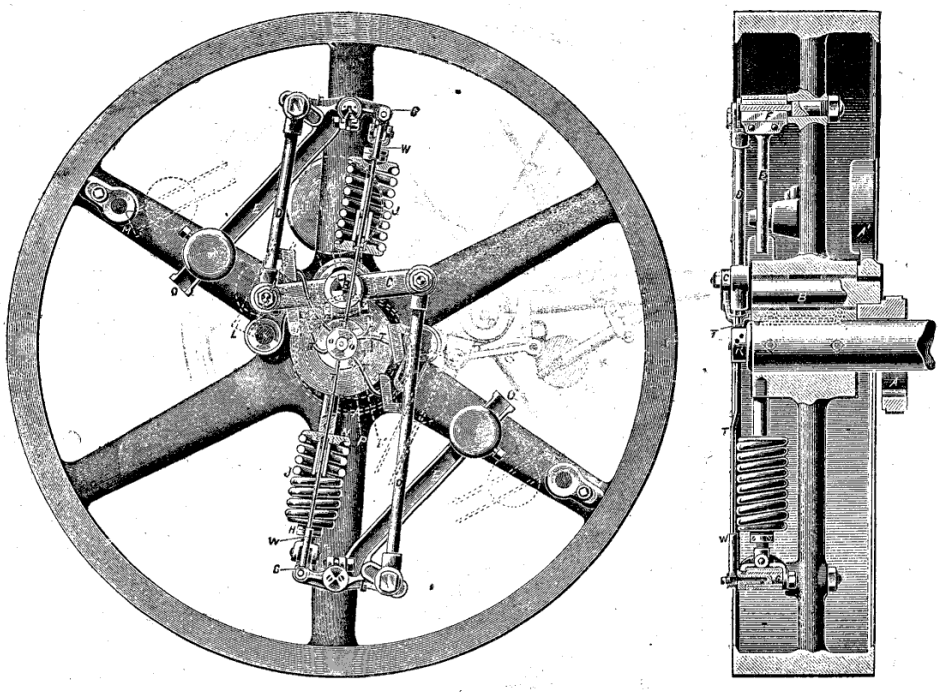


Fig. 159 et 160. — Régulateur *Dick et Church*.

E O', masses centrifuges conjuguées par le parallélogramme E D C E D, et à butées L M — J, ressorts équilibrant ces masses, et réglables en H — B, pivot de C, agissant sur l'excentrique A, équilibré en A' — R, boîte à huile cloisonnée, distribuant l'huile aux articulations G par des tuyaux T, à joints télescopiques W.

masses, pivotées sur les bras du volant, actionnent par les menottes D D le collier B de l'excentrique A, et changent par suite le calage du bouton E, fixé au centre du plateau C de B, et qui actionne la bielle du tiroir. La force centrifuge des masses est équilibrée par les longs ressorts que l'on voit en

(1) Types de Armington. *Boulet, Brulé, Dorfel, Hofmann, Lecouteux, Oerlikon, O. Hara, O. Kelly, Perrine, Sweet, Westinghouse.*

(2) Sur la théorie de ces régulateurs voir *Rites* (« An. Analysis of the Shaft Governor ») (American Society of Mechanical Engineers, nov. 1892, vol. XIV, p. 92) et *Mansfield* « Notes on the theory of Shaft Governors » (American Machinist, 12 et 19 juillet 1894).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

figure 156, et aussi par un petit ressort auxiliaire, attaché à un dash-pot (fig. 157) et qui fait que, contrairement à ce qui se passe avec la plupart des régulateurs, la vitesse de régime du moteur est un peu moindre en vide qu'en charge.

Les bras E du régulateur de *Dick* et *Church* sont (fig. 159) à balanciers E C,

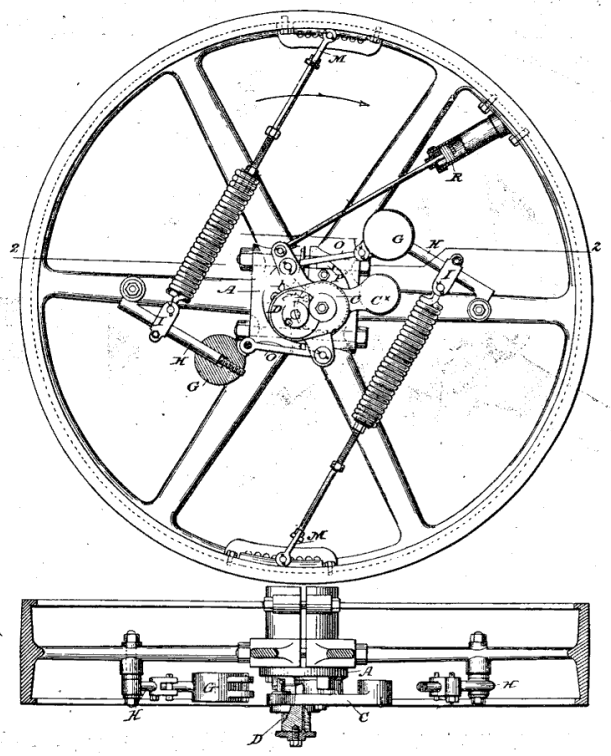


Fig. 161 et 162. — Régulateur *Green*. Élévation et coupe 1-2.

G, masses centrifuges, équilibrées sur H par des ressorts I, réglables en M, et reliées, par les menottes O O, au levier C (fig. 164), pivoté sur l'excentrique B (fig. 164) du plateau A (fig. 165), fixé sur l'arbre, et portant le bouton D (fig. 170) de la bielle du tiroir — R, dash-pot — P P, tocs limitant l'amplitude de C.

pivotés sur couteaux F; leur force centrifuge comprime les ressorts J, et leurs bielles D font pivoter l'axe B, entraîné par le volant, et sur lequel est calé l'excentrique A, équilibré en A', dont on varie aussi à la fois le calage et le rayon. Le graissage se fait par une boîte à huile cloisonnée R, de laquelle partent des tuyaux T, télescopés comme en W, et aboutissant aux diverses articulations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les masses G du régulateur de *Green* (fig. 161) équilibrées par des doubles ressorts réglables en M, attaquent le balancier C (fig. 164), équilibré en C' et pivoté sur l'excentrique D, fixé au volant par des menottes O O, presque parallèles au repos, et très inclinées sur les bras H; il en résulte que, pour un même pivotement de ces bras, le pivotement de C et du bouton de commande du tiroir D, qui lui est fixé, augmente avec l'écartement des masses G, de manière que la sensibilité du régulateur croisse avec la vitesse du moteur.

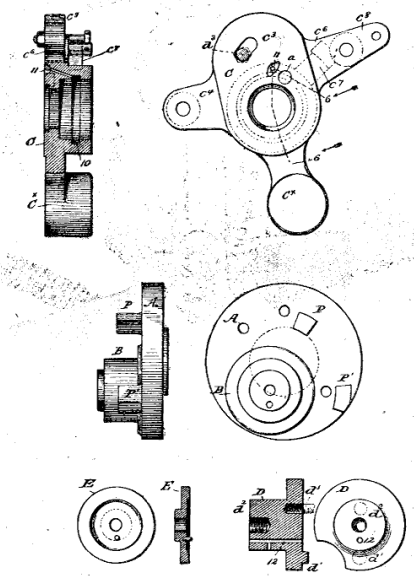


Fig. 163 à 170. — Régulateur *Green*. Détail du levier C.
Élévation et coupe 6-6 du plateau A et du bouton D.

D est fixé sur C par le goujon d^3, à coulisse c^3, et le pivot d', passé dans le trou a — E, plaque de retenue fixée sur D par D^2, avec graissage 12 — c^7, toc de butée sur P et P'.

Les battements sont amortis par un dash-pot à air R. — Le balancier C porte un toc c_7, limitant sa course entre les taquets P et P' de A, et le bouton D est fixé sur c par son teton d', passé dans a, et son goujon d_3, serré dans la coulisse de réglage c_3.

Le régulateur *Mac Ewen* est (fig. 171) caractérisé par l'emploi d'une masse B B, faisant volant, et dont l'inertie intervient comme celle du contrepoids d'Allen (1) pour augmenter la sensibilité du régulateur. Cette masse, pivotée en P sur un bras du volant, entraîne en G le bouton d'excentrique, et est com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mandée en C par le régulateur, qui la fait osciller dans les limites permises par des taquets sur la jante du volant. Le régulateur n'a plus alors qu'une seule masse centrifuge A, compensée par l'inégalité des masses aux extrémités de B. Ce régulateur très sensible est peut être dangereux.

Il faut, avec les régulateurs ordinaires, que la machine s'arrête d'elle-

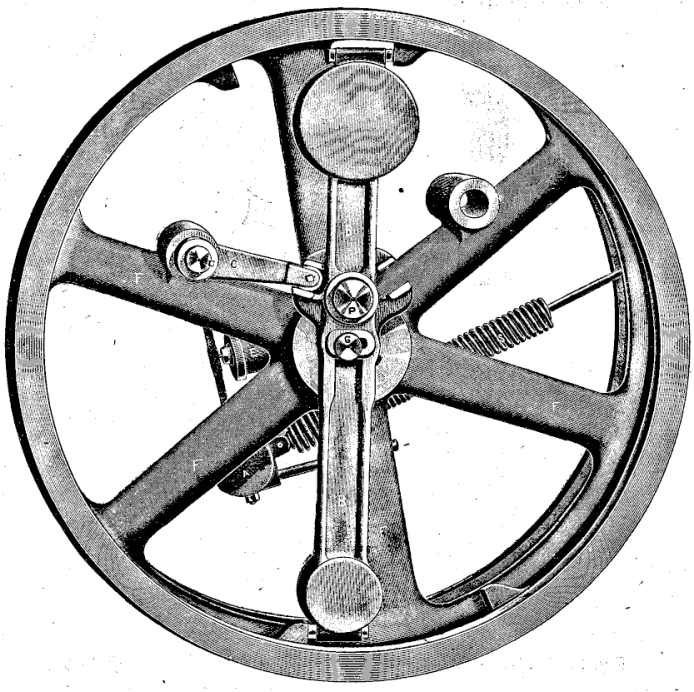


Fig. 171. — Régulateur *Mac Ewen* à balancier B.

même quand la courroie du régulateur se brise ou se détache : la disposition adoptée à cet effet par MM. *Corliss et Wattler* est (fig. 172) des plus ingénieuses. Au départ de la machine (fig. 172), la douille extérieure C est accrochée sur le manchon C′ du régulateur par la prise du ressort cliquet *c* dans l'encoche *c′*, et le tout repose sur le galet *e*, qui maintient les boules du régulateur dans la position de pleine admission. Quand la machine marche, le régulateur soulève l'ensemble des deux manchons *c* et *c′*, et *e* se dérobe automatiquement. Si maintenant la courroie du régulateur se brise, ces deux manchons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

retombent, et l'extrémité du ressort *c* vient buter dans la gorge inclinée *b*, de manière qu'il déclenche *c'*, et que le ressort D, libre ainsi de faire remonter le manchon *c*, l'amène, comme en figure 174, au point correspondant à la fermeture de l'admission.

Avec le petit régulateur de *Hart* (fig. 175), dont la tige R agit directement

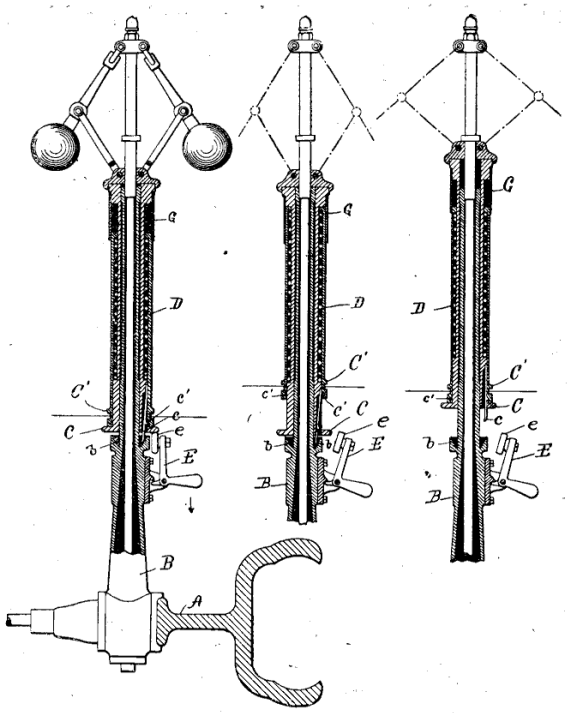


Fig. 172 à 174. — Régulateur à arrêt de sûreté *Corliss et Wettler*.

C', manchon du régulateur normalement attaché au manchon C par la prise du cliquet à ressort *c* dans l'encoche circulaire *c'*. Quand la vitesse du régulateur se ralentit trop, *c* est (fig. 173) repoussé par la gorge *b'* et déclenche C, que le ressort D amène aussitôt (fig. 174) à la position de fermeture de l'admission — E, loquet à galet *e*, que l'on amène dans la position (fig. 172) au départ du moteur, puis qui retombe automatiquement dans la position (fig. 173).

sur la prise de vapeur G par la crapaudine H, à ressort *i*, dès que la courroie lâche, le ressort *m* fait pivoter le haut de l'appareil autour de son attache K de l'arc permis par la coulisse *i*, et ferme l'admission.

Détails de Construction.

Nous n'insistons pas sur les *bâtis* des machines américaines, dérivés presque tous, pour les machines ordinaires, de la forme primitive et si ra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tionnelle des bâtis Corliss. Ces bâtis sont, en général, disposés comme l'indique la figure 177, de manière à pouvoir, par un pivotement de 180° autour

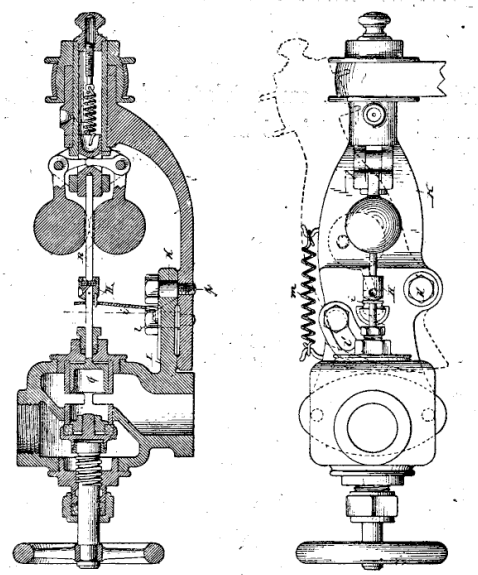


Fig. 175 et 176. — Régulateur à arrêt de sûreté *Hart*.

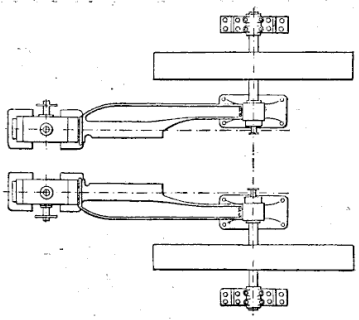


Fig. 177. — Bâti symétrique *Corliss*.

de l'axe du cylindre, placer le volant indifféremment à gauche ou à droite.

Comme variante du bâti Corliss, nous signalerons celui de *Bullock*

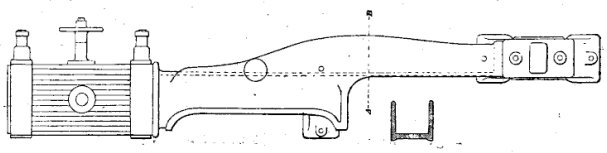


Fig. 178. — Bâti rigide *Bullock*.

(fig. 178), avec point d'appui intermédiaire, et nervures disposées de manière à donner à la flèche du bâti une grande rigidité latérale.

Nous signalerons encore quelques tentatives faites, mais sans succès, notamment par *Allis*, pour remplacer, dans ces bâtis, la fonte par le fer, en s'inspirant plus ou moins de la construction des longerons à barres caracté-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ristiques des locomotives américaines. On voit, sur la fig. 179, le commencement d'un de ces bâtis en fer, et aussi comment on relie souvent les cylindres des machines compound par une pièce de fonte laissant un libre accès aux garnitures.

Les *paliers* des machines américaines sont caractérisés principalement par l'emploi du métal blanc ou antifriction désigné sous le nom de *métal*

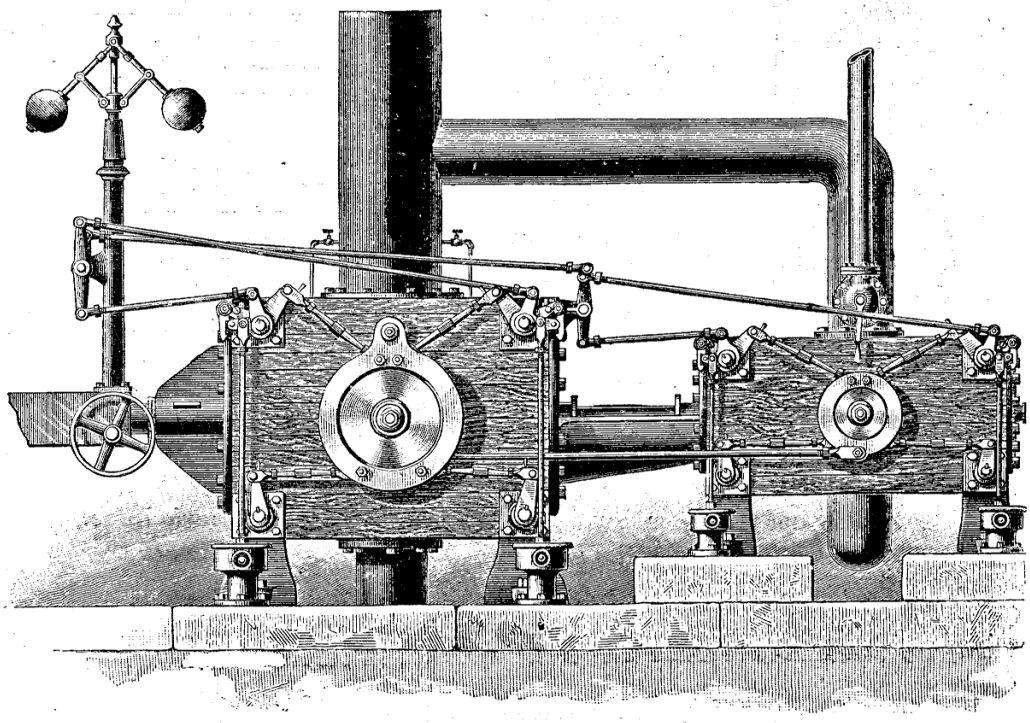


Fig. 179. — Bâti en fonte et fer *Allis*.

Babbitt, dont la composition assez variable se rapproche plus ou moins des deux types suivants :

Plomb	75	0
Cuivre	0	5
Étain	15	70
Antimoine	10	25

Cet alliage, moins durable mais plus doux que le bronze, qui use moins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'arbre et en répartit mieux les pressions, est, pour les petites machines, coulé directement dans le palier, autour d'un mandrin représentant l'arbre

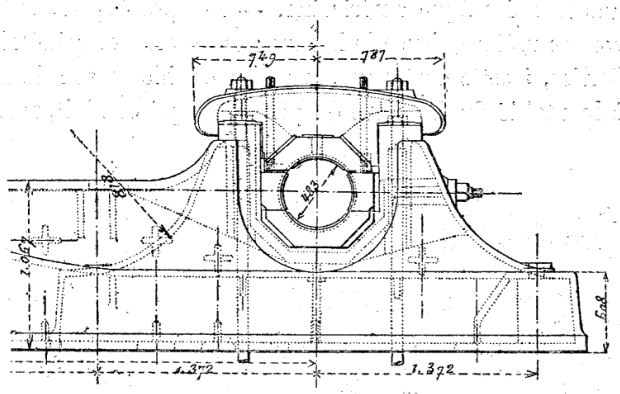


Fig. 180. — Palier de la machine *Allis* de 3 000 chevaux (fig. 7).

qu'il doit recevoir; le palier et ce mandrin doivent être chauffés à 150° environ avant la coulée. Pour les grands paliers, au contraire, l'alliage est coulé dans

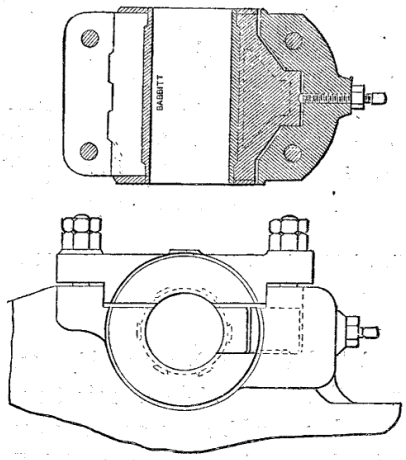


Fig. 181. — Palier type *Erie City*.

les languettes du chapeau et du corps du palier, ou sur des bagues en fonte rapportées, martelé, puis alésé sur place, après assemblage du palier. — Le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métal antifriction occupe toute la longueur de la portée. Nous reviendrons, dans une autre partie de ces notes, sur l'emploi des métaux antifrictions, si répandu dans la mécanique américaine. — Les portées doivent être plus étendues avec ce métal qu'avec le bronze : on donne, en général, dans les machines Corliss, à cette portée une longueur double de son diamètre, égal lui-même à la moitié du diamètre du piston, ce qui conduit, avec des pres-

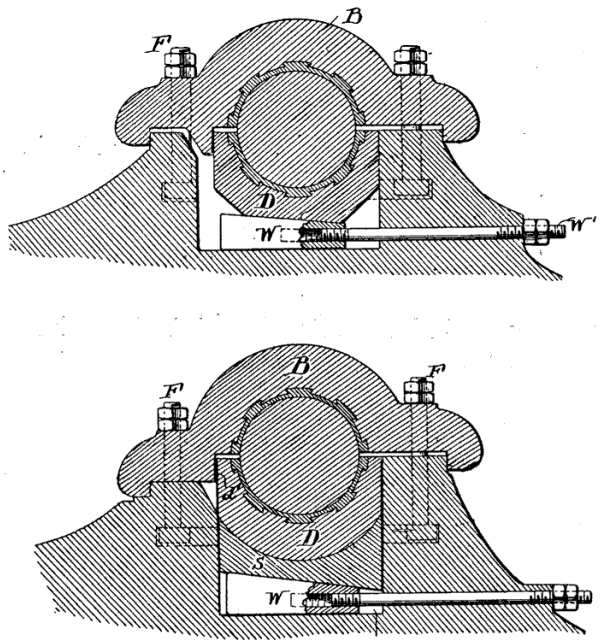


Fig. 182 et 183. — Paliers à dilatations libres de *Good*.

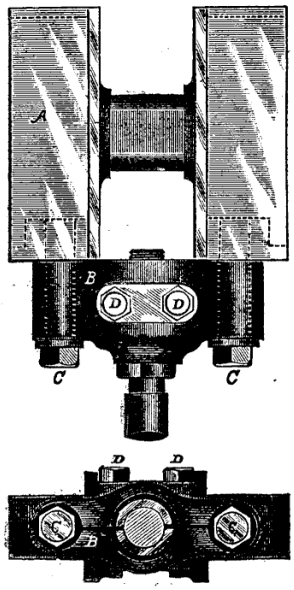


Fig. 184. — Crosse de la machine *Stearns*.

sions de 7 kil. environ à l'admission, à ne pas dépasser une charge maxima de 10 kil. environ par centimètre carré de la projection des portées. Dans les machines rapides, avec arbre coudé, la somme des portées des deux paliers est souvent telle que la charge n'y dépasse pas 6 à 7 kil. par centimètre carré.

Comme aspect d'ensemble, ces paliers ne s'écartent pas, en général, des formes actuellement adoptées par la majorité des constructeurs européens. La figure 180, qui représente le palier de la grande machine Allis, est un bon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exemple d'un type robuste et très simple ; le type expérimenté par la figure 181, également très simple, est un bon exemple de palier pour petites machines rapides. Je signalerai en outre les nouveaux paliers de M. *Good* (Southwark Foundry). Dans ces paliers (fig. 182) le trou du boulon F dans le chapeau B

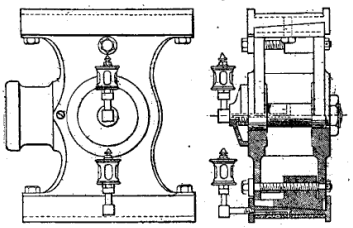


Fig. 185 et 186. — Crosse *Lane et Bodley*.

est assez allongé pour permettre à ce chapeau de se dilater librement, sans s'opposer, par sa rigidité, à la dilatation du coussinet D, ni risquer ainsi un grippage, en le forçant à se dilater, en cas de chauffage, vers l'intérieur, et à serrer l'arbre au lieu de se desserrer. En outre, la forme du coussinet D

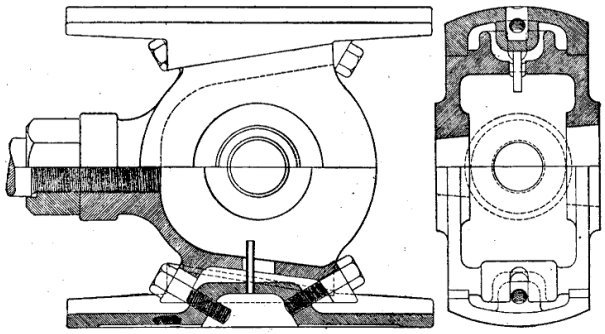


Fig. 187 et 188. — Crosse *Russell*.

est telle qu'il suffit de desserrer le coin W pour pouvoir le retirer facilement, en le faisant, après l'enlèvement du chapeau B, tourner autour de l'arbre légèrement soulevé, ou même laissé en place après l'enlèvement de la semelle *s* (fig. 183).

Dans presque tous ces paliers, la garniture du coussinet, en métal Babbitt, n'a (fig. 53) pas de joues, comme celles de nos coussinets en bronze ; elle est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

retenue par les cannelures du palier où elle est coulée et martelée. On diminue ainsi le porte-à-faux des manivelles.

Bielles. — Les *bielles* ne présentent, en général (fig. 51 et 65), rien de bien particulier; les coussinets des grosses têtes sont en bronze — rarement en

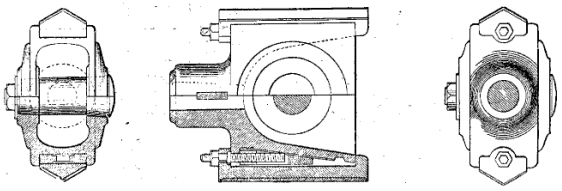


Fig. 189 à 191. — Crosse *Frick*.

fonte — et avec garnitures Babbitt; les coussinets des petites têtes sont souvent remplacés par de simples bagues en bronze phosphoreux, et sans garniture antifriction. Quelques constructeurs de machines à simple effet, où les bielles

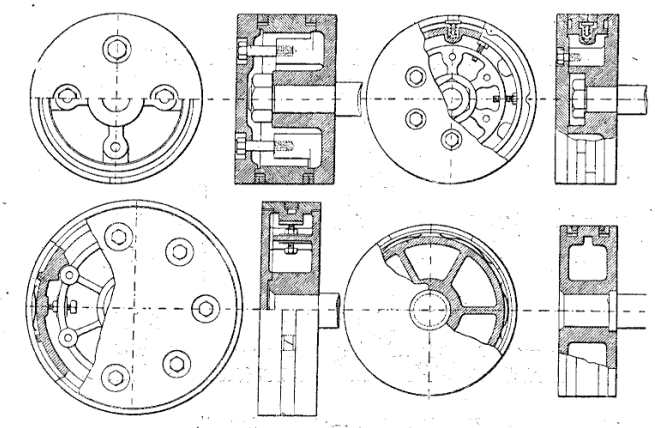


Fig. 192 à 193. — Types usuels de pistons.

ne travaillent guère qu'à la compression, les font en acier fondu, et leur donnent parfois des formes ingénieuses, comme la bielle à étrier des machines *Westhingouse*, trop connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire (1).

(1) *Thurston*, « La machine à vapeur », vol. II, p. 104. A citer les bielles de *Hunt*, à serrage par granules (American Society of Mechanical Engineers, juin 1894).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les *crosses* des tiges des pistons, en fonte ou en acier, sont aussi garnies de fourrures quelquefois en bronze, mais presque toujours en métal Babbitt. Leurs portées très longues — plus longues que la course dans certaines machines rapides — sont, le plus souvent, planes ou cylindriques ; beaucoup de constructeurs ayant renoncé aux glissières Corliss en forme de V, à faces inclinées à 45°, comme d'une exécution difficile, et comme tenant moins bien l'huile. En général, on n'y dépasse par une pression maxima très basse : de 2 kil. par centimètre carré, à demi-course et en pleine admission. On rencontre aussi fréquemment, depuis Porter Allen, les glissières doubles, ou à quatre demi-patins, presque universellement adoptées sur les locomotives,

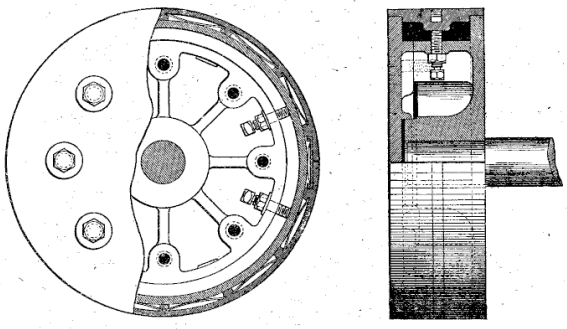


Fig. 200 et 201. — Piston *Frick*.

en prenant, pour la détermination de la surface L de glissement, la règle $S^m/_{m^2}$ = au moins $\sqrt{5P}$: P étant, en kilogrammes, la pression exercée à l'admission par la vapeur sur le piston (1).

La figure 184 représente l'un de ces croisillons à quatre glissières. On remarquera que le croisillon A, distinct de la crosse proprement dite, lui est fixé par deux boulons à pattes *cc*, dans les trous desquels on coule du plomb après ajustage, et que cette crosse B est, elle-même, serrée par deux boulons DD sur le filet de la tige du piston. On ne peut contester à cette combinaison les avantages de se démonter facilement et de coûter moins cher

(1) On applique souvent la règle

$$p = \frac{20}{v},$$

p, étant la pression maxima supportée par la glissière par centimètre carré, et v sa vitesse moyenne *en mètres par seconde*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les types ordinaires, mais l'assemblage des boulons *cc* est peut-être sujet à se désaxer.

La plupart des crosses sont (fig. 67) pourvues de rattrapages presque toujours à coins, comme ceux de la figure 189. En figure 185, les coins se déplacent transversalement; enfin, en figure 187, les patins eux-mêmes, à plans inclinés sur le moyeu de la crosse, se règlent au moyen de goujons, et le graissage s'opère par le patin supérieur, qui distribue l'huile du graisseur

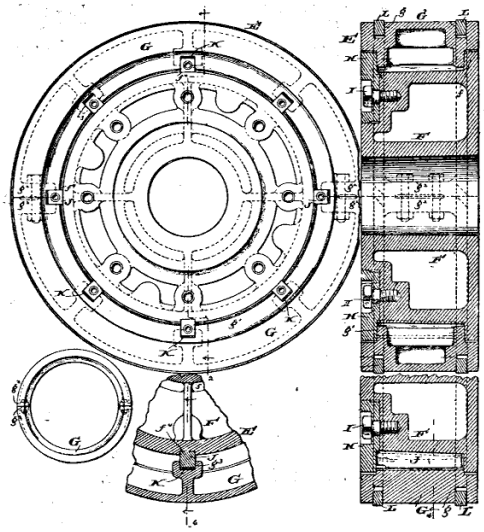


Fig. 202 à 205. — Piston *Good*. Vue de face. Coupes 1-2, 5-6 et F. Détail de l'anneau G.

GE, anneau en deux pièces assemblées par les brides *gg*, avec segments LL et nervures K, α' coins J pris dans K en g^2 et dans le corps F du piston en f^4 — H, couronne retenant E G sur le corps F *f* du piston par les goujons I.

de la glissière supérieure aux deux faces des patins, puis au tourillon, par un petit tube indiqué sur la figure.

Pistons. — Les pistons sont très fréquemment pourvus, comme en Europe (fig. 193), d'un fond ou plateau boulonné à l'arrière, avec anneau intermédiaire recevant les segments, que l'on peut ainsi très facilement remplacer et ajuster après démontage du fond. Dans certains cas (fig. 196), la garniture se compose d'un seul segment à ressorts : l'anneau centré par des vis (fig. 200) porte alors toute la charge du piston. L'anneau G du piston de *Good* et *Lindroth* (Southwark Foundry) est (fig. 202) en deux pièces réunies

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par les brides *gg*, et maintenu longitudinalement par la couronne H, fixée sur le piston F par les goujons I, et radialement, en K, par les coins J. Quand le piston s'excentre, on le recentre, sans le décaler de sa tige, en tournant G de l'angle voulu, après l'avoir déboulonné en *gg*. Cette disposition est particulièrement commode pour les machines compound en tandem.

On prend, en général, pour largeur ou épaisseur du piston, le quart du

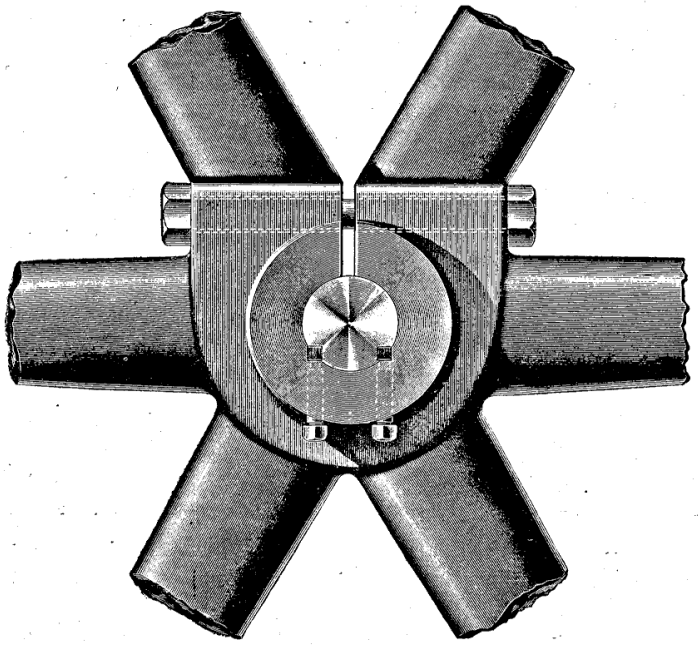


Fig. 206. — Calage du volant des machines *Ball*.

diamètre du cylindre; et l'on donne aux tiges un diamètre égal environ à 0,2 de celui du piston. Ce dernier module ne conduit évidemment qu'à une approximation grossière, puisque le diamètre de la tige doit varier, comme on le sait, non seulement avec l'effort exercé par le piston, mais aussi proportionnellement à la racine carrée de sa longueur.

Volants. — Les volants et poulies calés sur l'arbre moteur ne présentent en général rien de bien particulier, sinon les vitesses parfois très hardies

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— jusqu'à 40 mètres par seconde à la périphérie — qu'ils atteignent dans certaines machines rapides. Comme particularité intéressante, je citerai le mode particulier de calage des volants de la machine *Ball* représenté par la fig. 206. Le moyeu fendu est serré par des boulons sur l'arbre et sur ses deux cales, simplement posées à frottement doux, et maintenues par des vis de pression. L'alésage du moyeu est un peu plus faible que celui de l'arbre, de sorte qu'il faut, pour le placer, en écarter un peu la fente, par un coin que l'on enlève ensuite. On évite ainsi tout danger de rupture au moyeu par

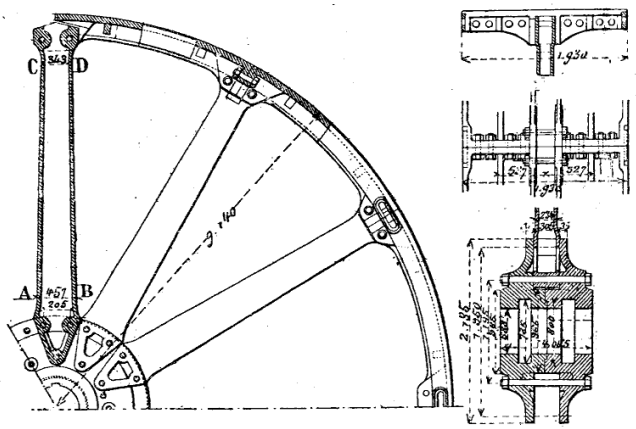


Fig. 207 à 210. — Volant de la machine *Allis* (fig. 7). Coupes A B C D et par le moyeu.

retrait de la fonte, et l'enlevage du volant est des plus faciles : c'est une disposition à recommander.

Le volant de la machine *Allis,* remarquable par ses grandes dimensions, — 9 mètres de diamètre sur $1^{m},93$ de large, — a sa jante composée de 12 segments, avec joints à nervures serrées par 8 boulons de 70 millimètres. Les bras, au nombre de 12, sont creux, en fonte de 40 millimètres d'épaisseur, et réunis chacun par 3 boulons de 75 millimètres au moyeu formé de plateaux en fonte de $2^{m},50$ de diamètre.

Les Condenseurs.

L'emploi des *condenseurs indépendants* ou séparés est plus répandu aux États-Unis qu'en France, principalement dans les installations de force motrice, où un seul condenseur peut desservir plusieurs machines et se prêter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec une grande économie à toutes les irrégularités du service. L'un des avantages de ce système de condenseur est, en effet, de pouvoir à chaque instant proportionner sa puissance à celle même développée par la machine ou par le groupe de machines qu'il dessert, et aussi à la température de l'eau de condensation dont on dispose, tandis que les condenseurs ordinaires ont un débit et une résistance indépendants de la détente. Comme ce débit doit nécessairement être calculé pour suffire au cas le plus défavorable, c'est-à-dire à la pleine marche avec l'eau de condensation la plus chaude que

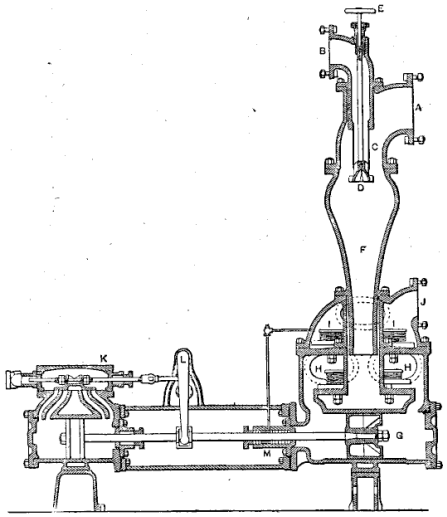


Fig. 211. — Condenseur *Worthintgon.*

K, pompe à vapeur à distribution commandée par le levier S, et commandant directement la pompe à air G — B, entrée de l'eau de condensation au travers du tube fendu C, à soupape D, réglée en E, au droit de l'air et de la vapeur venant de la machine en A, et aspirés de F au travers des clapets H de G — I J, refoulement dans la bâche M, garniture à joint hydraulique.

l'on soit exposé à subir, on voit que, dans certains cas, principalement dans le cas de machines à marche très variable, comme celles de beaucoup de stations électriques, le condenseur séparé peut présenter, de ce fait, une supériorité notable. A côté de cet avantage économique, le condenseur séparé présente celui d'une plus facile accessibilité, et aussi de faciliter et d'accélérer le démarrage des machines : principalement celui des grandes machines compound, en y faisant le vide avant la mise en train. Enfin, il permet de transformer facilement une machine sans condensation en une machine à condensation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un des condenseurs indépendants et à injection les plus usités aux États-Unis est celui de *Worthington*. Dans cet appareil (fig. 211) l'eau d'injection arrive par B, dans la crépine à longues fentes C, autour du clapet pulvérisateur D, réglé par la manette E, au droit de l'air et de la vapeur qui viennent du moteur en A. La pompe à air G, double et menée par deux cylindres

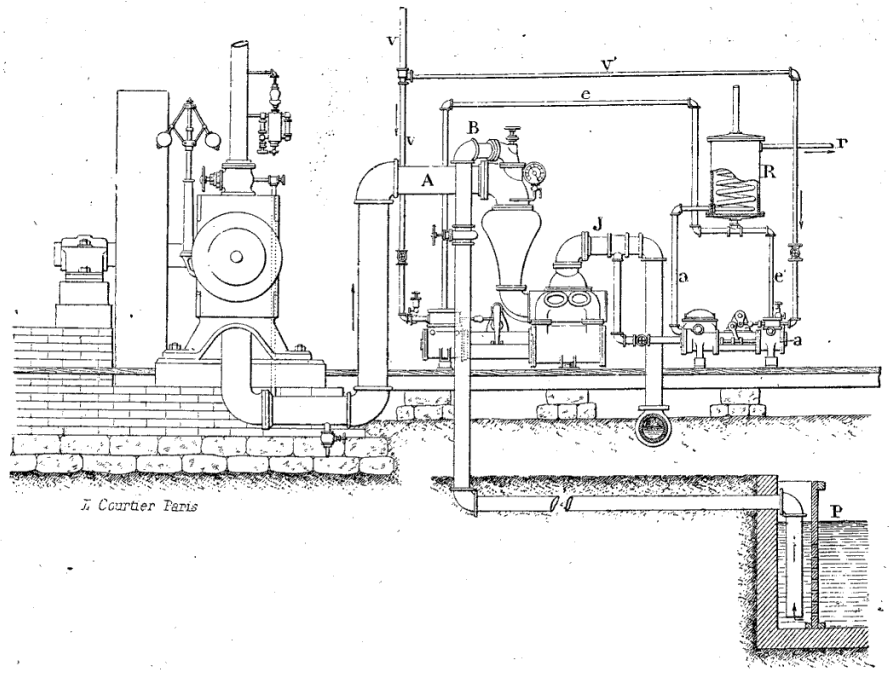


Fig. 212. — Installation d'un condenseur *Worthington*.

V et V*l*, admission de la vapeur motrice à la pompe K (fig. 211) du condenseur et à la pompe alimentaire *a* — *e e'*, échappement de cette vapeur au travers du réchauffeur d'alimentation R, traversé, suivant *a' r*, par l'eau que la pompe *a* refoule à la chaudière — A, aspiration, et *d*, refoulement du condenseur — P, puits d'aspiration du condenseur.

à vapeur à distributions croisées, aspire de F le mélange d'air et de vapeur condensée, puis le refoule par I J dans un tuyau d'évacuation, d'où son eau est aspirée en partie par la pompe alimentaire *a* (fig. 212). L'échappement de cette pompe alimentaire, ainsi que celui de la machine du condenseur s'en vont dans un petit réchauffeur R, dont l'eau est aussi aspirée par la pompe alimentaire, de sorte que la chaleur de la vapeur motrice du condenseur est presque totalement récupérée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le fonctionnement de ce condenseur est très doux, parce que la distribution croisée des deux cylindres moteurs est telle que l'un ne part jamais qu'après l'arrêt complet de l'autre, de sorte que les clapets ont toujours le temps de se poser sans choc sur leur siège. En outre, la condensation de la vapeur en D imprime au jet descendant en F une puissance vive suffisante pour y créer un vide supérieur à celui dû à la pompe seule; on peut ainsi aspirer l'eau d'une hauteur de 6 mètres au-dessous de D, puis on peut ensuite refouler l'eau de condensation à une hauteur quelconque, jusque sous des pressions de 10 atmosphères. Enfin, le condenseur ne peut pas noyer les

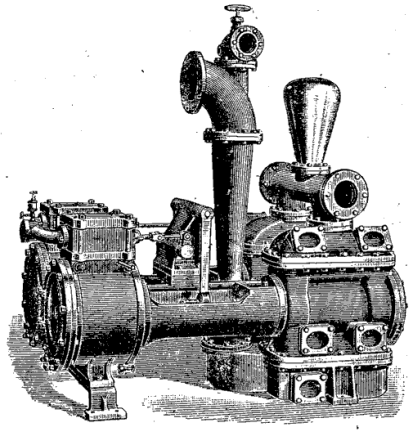


Fig. 213. — Condenseur pompe *Worthington.*

cylindres, parce que, dès que le niveau de l'eau arrive en C, le contact de la vapeur avec l'injection se réduit à presque rien, le vide cesse, et la vapeur s'échappe, par C ou par le clapet de la pompe, après avoir chassé l'eau de F.

Ces condenseurs sont appliqués parfois sur une très grande échelle, par exemple à une machine de 8 000 chevaux, exigeant près d'un mètre cube d'eau d'injection par seconde, et la puissance totale des machines auxquelles ils sont actuellement adaptés aux États-Unis est d'environ 400 000 chevaux.

Enfin, l'on peut profiter de la faculté de refoulement du condenseur Worthington pour lui ajouter un dispositif fort simple, permettant de le transformer au besoin en une véritable pompe, pouvant servir, par exemple, en cas d'incendie. Ce dispositif consiste (fig. 213) en une prise d'eau auxiliaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

branchée près de l'aspiration de la pompe, et que l'on ouvre après avoir fermé celle du condenseur.

Le condenseur *Deane* est analogue à celui de Worthington, et pourvu

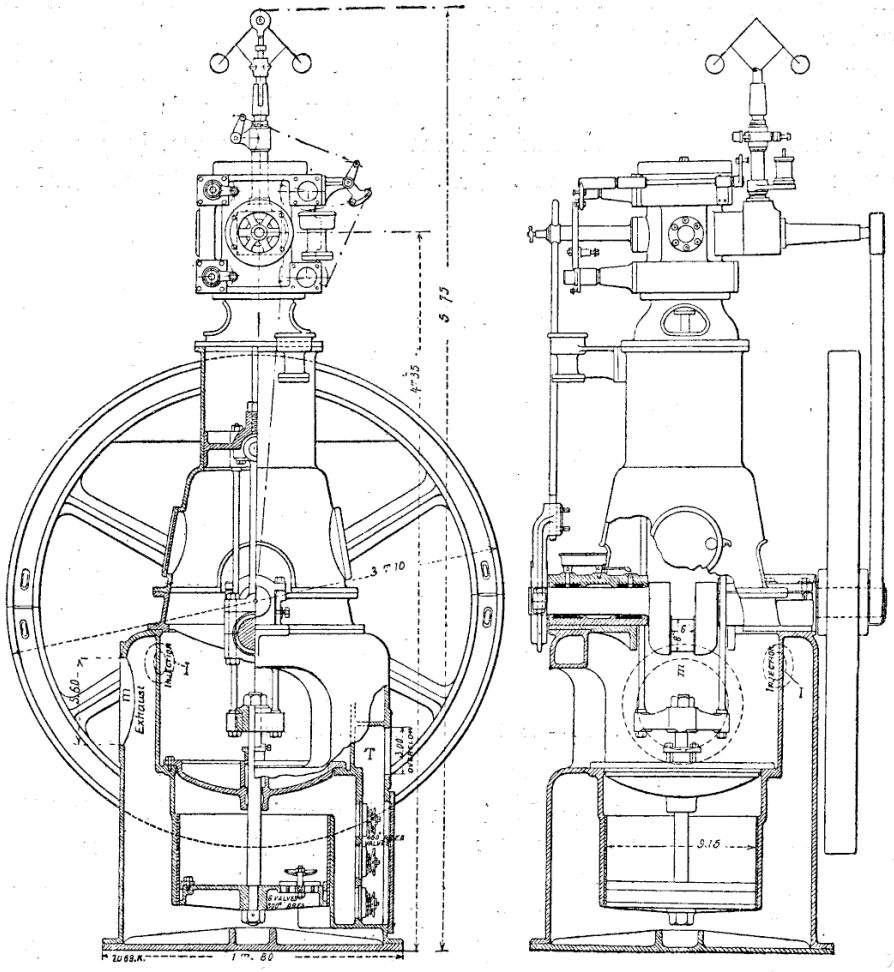


Fig. 214 et 215. — Condenseur de la machine *Allis* (fig. 7).

d'un dispositif dérivant la vapeur d'échappement dans l'atmosphère en cas d'engorgement du condenseur, de manière à éviter à coup sûr la submersion des cylindres.

Je citerai encore, comme exemple de condenseur à injection indépen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant, celui de la machine *Allis* (fig. 214), vertical avec pompe à air à simple effet de 915 de diamètre sur 700 de course, actionnée directement par un cylindre moteur de 400×400.

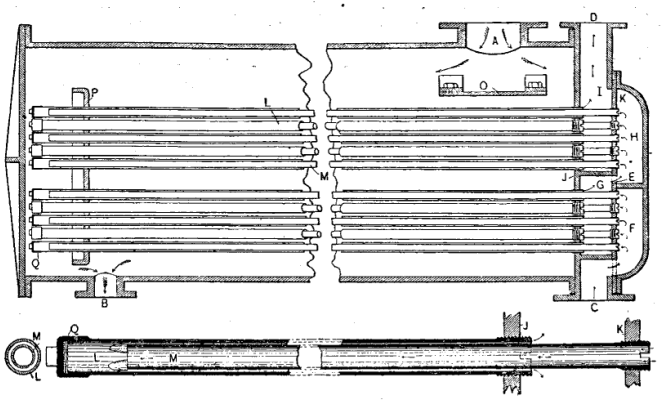


Fig. 216 à 218. — Condenseur *Wheeler* avec eau dans les tubes.

C F G E H I D, circulation de l'eau dans les tubes par l'espace annulaire L M — A B, circulation de la vapeur autour des tubes L, avec déflecteur O.

L'un des condenseurs à surface les plus employés aux États-Unis est celui de *Wheeler*. Les tubes, en laiton étiré et étamés à l'intérieur et à l'exté-

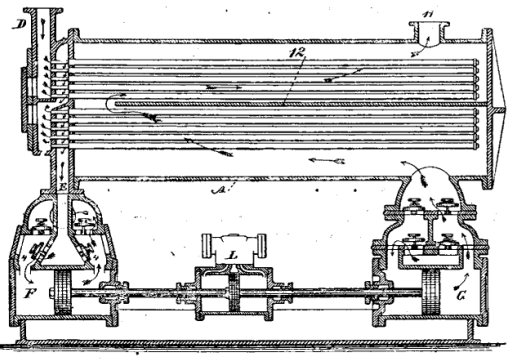


Fig. 219. — Condenseur *Wheeler* avec vapeur dans les tubes.

L, cylindre moteur actionnant directement la pompe à air F et la pompe de circulation G — D E, circulation de la vapeur dans les tubes — G 11, circulation de l'eau divisée par le diaphragmme 12.

rieur, sont à circulation annulaire : l'eau de circulation arrive, par C (fig. 216), dans la chambre F et dans les tubes intérieurs M du bas, pour sortir, avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une circulation rapide et très efficace, par l'espace annulaire réservé entre ces tubes et les tubes extérieurs L dans la chambre G, d'où elle passe, par E, dans H, puis s'évacue de H en D par les tubes supérieurs, semblables à ceux du bas, et par la chambre I. Ainsi qu'on le voit en figure 218, les tubes, simplement vissés dans les plaques J et K, et supportés par la plaque P. sont tout à fait

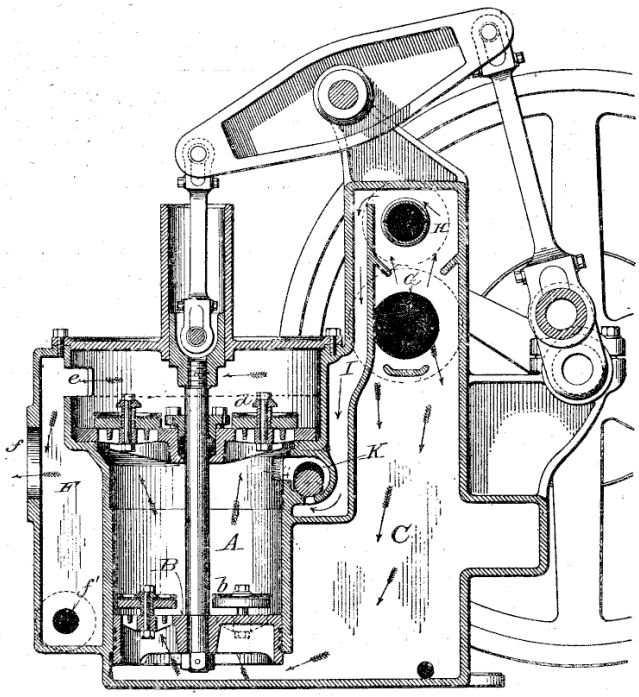


Fig. 220. — Condenseur *Nordberg*.

H et G, arrivées de l'eau d'injection et de la vapeur dans la bâche C — A, pompe à air — B, piston, avec clapets d'aspiration *b*, *d*, clapets de refoulement en *e f* F — K et I, clapet et conduit de séparation d'air — f', évacuation de l'eau de F.

libres de se dilater, et faciles à retirer. La vapeur d'échappement admise en A, au-dessus du diaphragme O, qui la diffuse et préserve les tubes de son choc direct, se condense, et passe, avec son air, en B, à la pompe à air.

En figure 219, c'est, au contraire, la vapeur qui passe de D en E dans les tubes, et l'eau qui traverse, de 10 à 11, le corps du condenseur, pourvu d'une cloison de circulation 12.

Dans les deux cas les pompes à air F et de circulation G sont actionnées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

directement par un même cylindre à vapeur L, et placées sous le condenseur.

Ces condenseurs pèsent 4 à 5 kilos par cheval. Leur emploi est très économique surtout si on leur ajoute, comme nous l'avons indiqué, un réchauffeur d'alimentation (1).

La pompe à air du condenseur de *M. Nordberg* (fig. 220) est pourvue d'un dispositif destiné à en augmenter un peu le rendement, en séparant en partie l'air de la vapeur condensée. L'échappement de la machine arrive en G, et l'eau d'injection en H : l'air et l'eau de condensation, aspirés de C par le piston B de la pompe à air, sont refoulés, par *e*, en F, d'où ils s'évacuent partie par *f*, partie par *f'*. Quand il s'est, après quelques tours de la pompe, accumulé sur les clapets d'aspiration *b* assez d'eau pour les noyer, l'air est, à la descente de B, aspiré par I, au travers de la soupape très légère K, constituée par un rouleau de caoutchouc, puis évacué par *d*, à la montée de B. On évite ainsi de faire barboter cet air au travers de la petite charge d'eau qui surmonte B.

(*A suivre.*)

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 13 juillet 1894.

Présidence de *M. le Colonel Pierre*, vice-président.

M. le Président a le regret d'annoncer à la Société la mort de *M. Paul Lemonnier*, membre du Conseil d'administration qui faisait partie du Comité des Arts mécaniques depuis 1889.

M. Brull est chargé de présenter à la Société, dans une prochaine réunion, une notice nécrologique sur ce regretté collègue.

Lord Kelvin (sir William Thomson) accuse réception de la grande médaille Ampère qui lui a été décernée dans la séance générale du 22 juin dernier. Il se déclare très flatté de cette grande distinction et adresse à la Société ses remerciements dans les termes suivants : « Je désire que vous exprimiez à la Société mes plus chaleureux remerciements pour le grand honneur qu'elle m'a fait, en m'accordant cette grande médaille à laquelle j'attache le plus grand prix. »

M. Maurice Lévy, depuis dix ans membre du Comité des Arts mécaniques, prie le Conseil d'accepter sa démission ne pouvant, à son vif regret, participer aux travaux de la Société.

(1) *Bulletin* d'avril 1894, p. 211.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sur la proposition de *M. le Président,* le Conseil nomme M. Maurice Lévy membre honoraire du Comité des Arts mécaniques.

M. Schabaver, ingénieur-constructeur, à Castres, envoie une note relative à la création d'un laboratoire de mécanique près Paris. (Arts mécaniques.)

M. Achille Brachet, rue Odessa, 18. — Objectifs apochromatiques et solidofluides. (Arts économiques.)

M. Delaurier, rue Daguerre, 77, envoie copie d'une lettre adressée au Président de l'Académie des sciences, relative à la destruction du grisou au fur et à mesure de sa production à l'aide d'étincelles électriques. (Arts chimiques.)

M. Léon Poultier, rue Ruelle, 7, à Argenteuil. — Moteur constant par toutes les forces, instantanément immobilisable et sans point mort. (Arts économiques.)

M. Basile, boulevard Gambetta, 6, à Issy-les-Moulineaux. — Inventions diverses, jeux, meubles, voitures, etc. (Arts économiques.)

Le Syndicat agricole de la Haute-Garonne, à Toulouse, demande à la Société de vouloir bien faire don de ses publications et d'ouvrages pour la bibliothèque agricole qu'elle vient de créer. (Bureau.)

M. Jules Gougé, directeur de l'*Annuaire des mines, de la métallurgie,* etc., rue Perronet, 92, à Neuilly-sur-Seine, fait hommage à la Société d'un exemplaire de son Annuaire (édition 1894).

MM. Aristide Delpeyrou et *Joseph Rousselin*, boulevard Rochechouart, 98. — Nouveau système de pompe à soufflet perfectionné. (Arts mécaniques.)

M. Guichard, boulevard d'Italie, 163. — Levier automatique. (Arts mécaniques.)

M. Durnois-Blez, rue de Navarin, 15. — Cave économique, conservatrice, automatique et réfrigérante au moyen de l'électricité. (Arts économiques.)

L'*Iron and Steel Institute*, de Londres, envoie le programme du Congrès d'automne qu'il tiendra, le 20 août, à Bruxelles. (*Bulletin.*)

Le bureau de *American Ethnology*, à Washington, demande l'échange de ses publications avec celles de la Société. (*Bulletin.*)

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

M. Boulet, constructeur-mécanicien, à Paris;

M. Elwel, constructeur-mécanicien, à Paris;

M. Piat, fondeur et constructeur-mécanicien, à Paris;

M. E. Ravasse, constructeur-mécanicien, à Paris;

M. A. Vautier, administrateur-gérant de la Société d'Audoy-Maillan, constructeurs de machines-outils à Maubeuge (Nord);

M. Sosthènes Pector, à Paris;

présentés par *M. G. Richard.*

M. Vicq, éditeur (maison Dunod et Vicq), à Paris, présenté par *MM. G. Roy* et *Davannes;*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Julien Lavollée, avocat à la Cour d'appel, à Paris, présenté par *MM. Block* et *Collignon.*

M. Eugène Lebeuf, à Paris, présenté par *M. G. Roy* ;

M. Chapel, négociant, à Paris, présenté par *M. Aimé Girard* ;

M. Serpollet, ingénieur-constructeur, à Paris, présenté par *M. Hirsch.*

Les ouvrages suivants, offerts à la Société, sont signalés dans la correspondance imprimée :

Règlement et tarif des essais et étalonnements du laboratoire central d'électricité, 12 et 14, rue de Staël (Société internationale des Électriciens).

Ministère de l'Intérieur et des Cultes. — Service vicinal. — Programme de l'année 1891. — Compte rendu des opérations présenté par M. Ch. Dupuy, président du Conseil.

Association pour prévenir les accidents de fabrique, fondée sous les auspices de la Société industrielle de Mulhouse. — Comptes rendus des 25e et 26e exercices. — Années 1892-93.

Société philanthropique du prêt gratuit, rue Thévenot, 8. — Compte rendu du 11e exercice, année 1893.

Association française pour l'avancement des sciences. — Congrès de Besançon, 1893. — *M. Émile Lemoine:* Compléments de géométrographie ; Notes de géométrie ; Application au tétraèdre de la transformation continue. — Note sur le rafraîchissement des habitations dans les pays chauds, par *M. Brull.* — Institut égyptien.

Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur. — Section française, exercice 1893.

Utilisation des chutes de la Valserine au-dessus de Châtillon-de-Michaille (Ain), pour production de force motrice.

Les alliages métalliques, leurs emplois dans l'industrie. — Manuel à l'usage de l'industrie métallique, par *A. Ledebur,* traduit de l'allemand par *Th. Seligmann,* chimiste-industriel. — Fritsch, éditeur, rue du Dragon, 30.

Bulletin du Musée colonial de Harlem, mai 1894.

British Chamber of commerce, à Paris. — Rapport de l'assemblée générale de l'année 1893.

Carta idrografica d'Italia. — Liguria.

The scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, 1893.

The scientific Transactions of the Royal Dublin Society, 1893, vol. IV, Part. 14 ; vol. V, Parts 1, 2, 3, 4.

Communications. — *Masque respirateur.* — *M. Henri Mamy* présente un compte rendu du concours ouvert par l'Association des Industriels de France pour la création d'un bon type de *masque-respirateur contre les poussières.*

M. le Président remercie M. Mamy de sa très intéressante communication qui est renvoyée à la commission du *Bulletin.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Anaglyphes. — *M. de Fourcauld* fait la communication suivante sur les anaglyphes de M. Ducos du Hauron, lauréat de la Société.

J'ai l'honneur d'offrir à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, au nom de M. Louis Ducos du Hauron, une collection de nouvelles images anaglyphiques qui justifie les progrès réalisés depuis la première communication faite en janvier dernier, à la Société, par M. Davanne.

Les images grand format ont été obtenues par la photocollographie; celles de petites dimensions 13/18 et 8/8 au moyen de phototypes sur zinc.

Cette collection faite sous la direction de M. E. Demole, docteur ès sciences à Genève, collaborateur de M. Ducos du Hauron, est accompagnée d'une notice sur les procédés anaglyphiques.

Je regrette vivement de ne pouvoir présenter aujourd'hui à la Société d'Encouragement deux intéressantes images destinées à servir de types pour l'album industriel et qui représentent, la première : la machine électrique établie au Palais-Royal; la seconde : une exposition du meuble dans le salon de lecture du Bon Marché. Des circonstances imprévues en ont retardé l'exécution, je m'empresserai de les déposer dès qu'elles seront achevées.

M. le Président remercie M. de Fourcauld de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Séance du 27 juillet 1894.

Présidence de M.

M. Maurice Lévy remercie le Conseil et accepte le titre de membre honoraire qui lui a été donné.

M. Armengaud (jeune) remercie M. le Président des paroles qu'il a prononcées dans la séance générale du 22 juin en ce qui concerne la mémoire de son regretté père.

La Société des Ingénieurs civils accuse réception des mémoires publiés par la Société sur l'unification des filetages.

M. Mouret, auteur de la communication sur la porcelaine employée en revêtement, repousse les prétentions de M. Debergue qui lui conteste la priorité de l'invention et en rapporte tout l'honneur aux Chinois qui emploient ce procédé depuis des siècles.

M. Le Loutre, 25, avenue du Clos, à la Varenne-Saint-Hilaire (Seine). — Appareil dénommé : protecteur des trains de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. James V. S. Swann, à Saint-Pétersbourg, envoie une notice en anglais sur le nombre d'œufs importés en Angleterre, de France et autres pays, de nature à encourager l'exportation de ce produit français. (Commerce.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Honoré. — Appel aux hommes de progrès pour la constitution d'une compagnie universelle de navigation aérienne. (Arts mécaniques.)

M. le commandant Cote, avenue Suffren, 110. — Moteur perpétuel applicable à l'industrie, à l'agriculture et à la locomotion. (Arts mécaniques.)

La Société nationale d'horticulture de France annonce qu'elle ouvre une souscription en vue d'élever une statue à M. Alphand, à Paris. Les adhésions seront reçues au siège de la Société, rue de Grenelle, 84. (Bureau.)

M. Joseph Roux, rue Secretan, 35. — Système de pédale pour tours à pied. (Arts mécaniques.)

M. Defoy, avenue de Neuilly, 155, à Neuilly-sur-Seine. — Applications de l'électricité par les éperons et le filet de courses au dressage et à l'entraînement des chevaux de selle et de courses récalcitrants et réputés indomptables. (Agriculture.)

Les ouvrages suivants offerts à la Société sont signalés dans la correspondance imprimée :

Locomotives à adhérence totale pour courbes de petit rayon, par *M. A. Mallet.* — Extrait des mémoires de la Société des Ingénieurs civils. (Brochure.)

Guide pratique de l'amateur électricien pour la construction de tous les appareils électriques, par *M. E. Keignart.* (J. Michelet, éditeur.)

Annuaire de l'Enseignement commercial et industriel, 1894. (Berger-Levrault et Cie, éditeurs.)

The Imperial Institute Year-Book, 1894. South Kensington, S. W.

Nomination d'un membre de la Société. — *M. Couanon*, inspecteur général du service du phylloxera au Ministère de l'agriculture, présenté par *MM. Tisserand* et *Collignon*, est nommé membre de la Société.

Communications. *Maladies de la vigne.* — *M. le Dr Delacroix* fait une communication sur les maladies récentes de la vigne.

Il était à prévoir, avec un printemps aussi humide que celui de cette année, que les maladies des plantes acquerraient une certaine importance. Le fait n'a pas manqué de se réaliser. Sur la vigne, en particulier, plusieurs affections sinon nouvelles, du moins mal observées jusqu'ici, ont pris une gravité qui tout à coup les a mises en lumière. Mais ces maladies nouvelles, peu importantes à l'exception d'une, ne doivent pas faire oublier les parasites plus anciennement connus, qui à leur apparition ont causé de si grandes appréhensions aux viticulteurs : je veux parler du mildiou et du black-rot. Le mildiou en Algérie sévit en maints endroits avec une intensité qu'on ne lui connaissait pas depuis longtemps. La fleur est atteinte, ou bien le grain à son début, et la récolte est compromise. Le black-rot, qui paraissait cantonné dans quelques régions d'où il ne semblait pas s'étendre, apparaît brusquement en Saône-et-Loire et commet des dégâts importants dans quelques régions.

La plus grave des maladies signalées cette année a été désignée par M. Pril-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lieux sous le nom de *gommose bacillaire des vignes*. Il n'est pas possible de la différencier d'une maladie décrite par les auteurs italiens sous le nom de *mal nero*, et en Italie elle a surtout exercé ses ravages en Sicile et en Calabre.

Lorsqu'on examine à l'œil nu le bois d'une vigne envahie par la gommose bacillaire, on voit sur la coupe transversale un piqueté noir plus ou moins abondant, bien plus marqué en général dans la partie supérieure de la tige. A la coupe longitudinale, le piqueté noir se montre sous forme de lignes qui débutent également vers le haut, de telle manière que la portion atteinte semble s'enfoncer dans la tige à partir du haut à la façon d'un coin. La gommose, effectivement, débute par les plaies faites à la tige. Celles qui résultent de la taille sont, comme de raison, les plus fréquentes.

Les sarments de l'année issus de la branche malade ne tardent pas à subir les effets de la maladie. La coupe montre une macule de couleur gris jaunâtre occupant le côté de la section qui regarde la partie supérieure de la tige, en général, ce qui se comprend du reste puisque c'est par ce côté que le mal a pénétré le rameau. L'écorce se couvre parfois de points de couleur foncée qui constituent ce qu'on a appelé l'anthracnose ponctuée, mais ce phénomène s'observe aussi dans d'autres cas. Les feuilles qui naissent sur les rameaux atteints gardent leur couleur verte; mais leur forme se modifie, elles s'élargissent tout en restant assez courtes et les lobes conservent leur dimension normale.

L'analyse microscopique montre que la maladie débute dans le cambium et les tissus environnants, partie profonde de l'écorce et jeune bois. Les membranes d'enveloppe des éléments des tissus prennent une coloration jaune et on voit dans la cavité de nombreuses bactéries mobiles; bientôt la gomme envahit l'intérieur des cavités cellulaires et la tige meurt de proche en proche, en même temps que la coloration primitive s'accentue.

A ce moment alors apparaissent des champignons saprophytes variés suivant les régions qui parachèvent l'œuvre de destruction du bacille.

La gommose bacillaire sévit depuis longtemps en Bourgogne, où on l'appelait *roncet* ou *aubernage*, suivant les contrées. Elle s'est montrée depuis l'année dernière en Tunisie, en Algérie, dans le Var, le Bordelais, la Sarthe, etc.

Il est difficile d'évaluer le dommage qu'elle cause, M. Couanon nous affirme que, pour le Bordelais, 15 p. 100 des vignes sont atteintes dans les parties basses qu'on submerge et 5 p. 100 sur les coteaux.

On ne pourra guère se prononcer sur sa nocivité réelle que lorsque les conditions qui président à son développement seront mieux connues. En tout cas, l'aubernage semble avoir rétrocédé en Bourgogne, depuis qu'on s'est mis à procéder à l'arrachement des ceps atteints.

Tout récemment, MM. Foex et Viala sont allées visiter les vignes envahies dans le Var. Ils ont nié la gommose bacillaire, et tout en reconnaissant l'affai-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blissement marqué des vignes de cette région, ils ont cru devoir lui attribuer les causes les plus diverses. M. Prillieux et moi sommes à ce sujet en complet désaccord avec eux. Est-il possible d'admettre que le pourridié, ou toute autre cause attaquant les racines, puisse déterminer une maladie dont le début est nettement à la tête du cep. Ils incriminent aussi le mildiou des années précédentes, la chlorose, ou bien encore le mauvais choix du porte-greffe, qui est évidemment une cause favorable à l'apparition de la gommose, car la soudure incomplète du porte-greffe et du greffon est une porte d'entrée facile pour le microbe parasite.

D'ailleurs, toutes ces maladies peuvent se superposer à la gommose bacillaire et, dans ces conditions, elles augmentent de virulence.

Une autre maladie a été décrite par MM. Sauvageau et Perraud; ils l'ont dénommée *maladie pectique*. On voit les pétioles des feuilles prendre une coloration grisâtre, se ramollir, s'abaisser vers le sol. La feuille rougit dans la plupart, comme si l'automne était déjà arrivé, puis se dessèche plus ou moins et se détache avec son pétiole. Un phénomène identique peut s'observer sur les rafles et l'extrémité des rameaux jeunes. Au microscope, on voit que dans les tissus atteints la membrane intercellulaire se détruit, d'où le nom de maladie pectique, car cette membrane intercellulaire est un dérivé de la pectose.

La cause de cette maladie paraît résider dans les conditions climatériques défavorables de cette année. Elle sévit dans les terrains qui se dessèchent facilement et, sur les pieds atteints, on observe que les racines superficielles sont absentes ou peu développées. Les dégâts produits sont peu intenses, car les bourgeons de l'aisselle des feuilles tombées se développent pour donner de nouvelles feuilles.

Cette affection n'était d'ailleurs pas tout à fait inconnue. De Candolle décrit une maladie qui lui est vraisemblablement analogue dans son *Traité de physiologie végétale* (1832) sous le nom de *champlure*.

Enfin, en dernier lieu, un parasite décrit seulement sur les raisins par MM. Viala et Boyer s'est montré sur les feuilles dont il produit le desséchement et la chute. C'est l'*Exobasidium vitis*. Les dégâts semblent arrêtés actuellement.

M. le Président remercie M. le Dr Delacroix de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité d'agriculture.

Drainage des terres. — M. Wery fait la communication suivante sur le drainage rationnel des terres. On sait que le drainage a pour but d'extraire du sol les eaux nuisibles aux plantes cultivées. Le drainage moderne emploie des tuyaux de terre cuite, enterrés d'une profondeur déterminée au-dessous de la surface du sol. Il y a deux catégories de tuyaux. Ceux de petit calibre reçoivent directement l'eau du terrain à assainir : ce sont les *drains ordinaires;* ils se déversent dans les tuyaux du plus fort calibre appelés *drains collecteurs* qui débouchent à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'extérieur. Tous les agronomes qui ont écrit sur le drainage (Hervé Mangon, Leclerc, Barral, etc.) placent les *drains suivant la plus grande pente et les collecteurs obliquement*. MM. Risler et Wery se sont efforcés de démontrer qu'il *faut*, au contraire, *placer les collecteurs suivant la plus grande pente et les drains en travers*. M. Wery communique à la Société les raisons que M. Risler et lui invoquent à l'appui de cette méthode. Il y a deux principes fondamentaux du drainage que l'on n'a pas aperçus jusqu'ici. Ce sont les suivants : 1° *La vitesse des eaux doit se maintenir de l'origine du réseau formé par les drains et les collecteurs jusqu'à son extrémité ou même, si c'est possible, aller en croissant;* 2° *chaque drain doit assécher la surface maxima.*

Le second principe est évident. Quant au premier, il est aisé de le vérifier à deux chefs différents. En premier lieu, les eaux du sol, en dégouttant, entraînent fatalement dans les drains des particules ténues; ce sont précisément celles qu'elles déplacent pendant leur descente. Et il se produit là un charriage beaucoup plus considérable qu'on ne le croit généralement. Ces particules se déposeront fatalement dans les tuyaux si le courant qui les emporte perd de sa vitesse. Et c'est ainsi que se produiront des obstructions toujours grandes. Si, au contraire, le courant qui charrie les matières conserve sa vitesse ou même en acquiert une plus grande, il les entraînera et les expulsera des tuyaux. Ainsi ne se produiront pas ces obstructions, trop souvent l'écueil des travaux de drainage.

En second lieu l'expérience a prouvé à MM. Risler et Wery que la masse des eaux contenues dans le réseau exerce, en s'écoulant, une sorte de succion sur le sol. Le système des drains et des collecteurs représente, en somme, un véritable aspirateur. Et son action est d'autant plus énergique que son débit à la sortie est plus grand. Mais, à égalité de section des drains et des collecteurs, ce débit sera d'autant plus grand que la vitesse des eaux sera plus grande. Cette condition se réalise nécessairement si, comme le veut le premier des principes énoncés plus haut, la vitesse des eaux va en croissant. Or, le système de drainage préconisé par les auteurs est l'application directe de ce principe. Il est clair, en effet, que si les collecteurs — où les eaux accomplissent la dernière période de leur cours — occupent la plus grande pente, la vitesse de l'eau ira en augmentant de leur entrée à leur sortie. Par conséquent, pas d'obstruction; ensuite, grâce à l'aspiration, énergie plus grande dans l'asséchement; enfin puisque, à égalité de section, le nouveau système de drainage est plus énergique que l'ancien, on pourra employer des collecteurs de section plus faible, d'où économie dans l'ouverture des tranchées et l'achat du matériel.

MM. Risler et Wery montrent aussi que leur système de drainage satisfait au second principe; chaque drain assèche la surface maxima. Donc, on peut employer moins de drains, nouvelle économie.

Il convient d'ailleurs de remarquer que les phénomènes d'aspiration et de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

succion auxquels nous faisons allusion seront favorisés par l'emploi de tuyaux de faibles diamètres. Ils s'exerceront fatalement lorsque le collecteur principal coulera gueule bée, ou que les orifices des drains y aboutissant seront noyés. Ils ne se produiront peut-être plus avec les tuyaux à grande section de l'ancien système.

M. le Président remercie M. Wery de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité d'agriculture.

Avant de lever la séance, *M. le Président* annonce que la Société entre en vacances à partir du 1er août jusqu'au 15 octobre prochain.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGE REÇU

BILLY (E. de), Ingénieur au Corps des Mines. — **Fabrication de la Fonte**. Petit in-8. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*)

Cet ouvrage est un exposé succinct des principes théoriques et de la pratique actuelle de la métallurgie de la fonte. Le Chap. I est consacré à la chimie du haut fourneau, telle qu'elle a été établie par les travaux de divers savants, notamment M. Grüner et sir L. Bell. Le Chap. II expose, d'après M. Grüner, comment il est possible de faire l'étude d'un fourneau en marche, d'en dresser le *bilan calorifique*, et de tirer de cette étude des conclusions relatives aux réactions en cours et aux modifications que comporte la marche actuelle. Le Chap. III renferme l'étude de la détermination rationnelle du profil et de l'allure : il conclut à l'accélération de l'allure, et à l'application du principe américain de réglage au nombre de tours des machines soufflantes. Au Chap. IV sont indiqués les principes de la fabrication proprement dite. Après une étude rapide des diverses natures de fonte, l'auteur passe en revue les combustibles employés au haut fourneau, indique leurs propriétés et leurs différences d'effet utile ; puis il aborde la question du traitement, et, suivant les diverses natures de minerais et de combustibles, indique les dosages correspondant aux diverses allures.

Les quatre derniers Chapitres constituent la partie pratique de l'Ouvrage. Le Chap. V renferme la description du haut-fourneau et de ses accessoires ; le cadre de l'Aide-Mémoire ne comportant pas un grand nombre de détails, l'auteur a surtout insisté sur quelques points essentiels : protection des étalages et du creuset (creusets en graphite et en acier, appareils de chargement, appareils à air chaud). Le Chap. VI est consacré à la conduite du haut fourneau (personnel, marche normale, accidents). Le Chap. VII contient divers exemples de fabrication de fonte au bois, à l'anthracite, à la houille et au coke. Enfin, le Chap. VIII est consacré au prix de revient et à l'étude comparative de ses divers éléments dans les principaux centres de production.

JOURNAUX ET REVUES

17 *février* 1894, n° 7. — Chemins de fer et tramways électriques, par *Gustave Richard*.

24 *février*, n° 8. — La locomotive électrique Heilmann, par *Ch. Jacquin*. — Chemins de fer et tramways électriques, par *Gustave Richard*.

3 *mars*, n° 9. — Applications mécaniques de l'électricité, par *Gustave Richard*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10 *mars*, n° 10. — La locomotion électrique Heilmann, par *Ch. Jacquin*. — Indicateur de marche synchrone de Cahweyer.

17 *mars*, n° 11. — Méthodes et appareils de mesure de la différence de phase entre deux courants sinusoïdaux, par *A. Hess*.

24 *mars*, n° 12. — Nouvel alternateur de la Compagnie de l'industrie électrique, par *A. B.* — Détails de construction des machines dynamo, par *Gustave Richard*. — Préparation d'un nouveau sulfure de carbone, par *Von Leingyel*.

31 *mars*, n° 13. — Les compteurs téléphoniques, par *A. Hess*.

7 *avril*, n° 14. — Transmission de force motrice par courants polyphasés aux ateliers du Jura-Simplon, par *Ch. Jacquin*. — L'aluminium et son électrométallurgie, par *Gustave Richard*. — Éclairage électrique domestique, par *H. de Graffigny*.

15 *avril*, n° 15. — Applications mécaniques de l'électricité, par *Gustave Richard*. — Transmission de force motrice par courants polyphasés aux ateliers du Jura-Simplon, par *Ch. Jacquin*.

21 *avril*, n° 16. — Sur la double réfraction élastique, par *J. Blondin*. — Études de quelques nouveaux types de moteurs à gaz et à pétrole, par *H. de Graffigny*.

28 *avril*, n° 17. — Une nouvelle méthode de photométrie hétérochrome d'après Ogden N. Rood, par *Charles Henry*. — Applications mécaniques de l'électricité, par *Gustave Richard*. — Étude de quelques nouveaux types de moteurs à gaz et à pétrole, par *H. de Graffigny*. — Turbo-moteur de Laval.

5 *mai*, n° 18. — Sur l'échauffement des divers points d'un conducteur cylindrique, traversé par un courant électrique, par *Ch. Colard*. — Électro-moteurs domestiques et dynamos générateurs de faible puissance, par *E. J. Brunswick*. — L'industrie chimique et l'électricité, par *Ch. Rigaut*. — Sur quelques produits obtenus par électrolyse : le chloral et le chloroforme; les dérivés iodés des phénols, l'aristol, etc. — Fabrication électrolytique du sodium, procédé Vautin. — Fils téléphoniques bimétalliques Eckert.

L'Électricien. — 20 *janvier* 1894, n° 160. — Le tramway de Bordeaux au Vigean, par *Em. Dieudonné*. — Deux systèmes de lampes à arc, par *M. Leroy*.

27 *janvier*, n° 161. — Système de chauffage et d'éclairage simultané des trains de chemins de fer.

3 *février*, n° 162. — Les électro-dynamomètres employés comme wattmètres, par *E. Meylan*. — Les transformateurs à circuit magnétique ouvert et l'emploi des condensateurs, par *Bedell*, *Mulher* et *Wagner*.

10 *février*, n° 163. — La machine Patin et Levavasseur, par *Em. Dieudonné*. — Aile sèche Hellissen, par *J. A. Montpellier*.

17 *février*, n° 164. — L'extraction mécanique du charbon aux États-Unis, par *Ch. Haultmann*.

3 *mars*, n° 166. — Les électro-dynamomètres employés comme wattmètres, par *E. Meylan*.

17 *mars*, n° 168. — Plaques d'accumulateurs à arêtes de poisson, par *Em. Dieudonné*. — Immobilisation du liquide des accumulateurs. — Aciérage des planches de cuivre et de zinc.

24 *mars*, n° 169. — L'assainissement par l'électricité, par *Georges Vitoux*.

31 *mars*, n° 170. — La lampe à incandescence, par *A. Bainville*. — Perfectionnement du dispositif de l'élément Leclanché.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7 *avril*, n° 171. — Système de distribution à trois fils, à l'aide d'une seule dynamo, par *Ch. Haultmann*.

14 *avril*, n° 172. — Lampe à arc système Cance, par *F. A. Montpellier*. — La transmission de l'énergie au moyen des moteurs synchrones à courants alternatifs monophasés, par *J. Berthon*.

21 *avril*, n° 173. — Transformation réciproque des courants alternatifs à une ou plusieurs phases. Système Hutin et Leblanc, par *Alliamet*.

28 *avril*, n° 174. — La lampe à incandescence, par *A. Bainville*.

Bulletin de la Société internationale des électriciens. — *Février* 1894, n° 105. — Nouvelle machine à influence, genre Wimshurst de Bonetti, par *D'Arsonval*. — La télégraphie multiple, par *E. Baudot*.

Avril, n° 107. — La synchronisation électro-magnétique, par *A. Cornu*.

Annales de chimie et de physique. — *Février* 1894. — Les classifications et les symboles chimiques dans l'antiquité et au moyen âge, par *Berthelot*.

Mai. — Mouvement émis par une sphère en mouvement dans un milieu élastique indéfini; réaction du milieu sur la sphère, par *Brillouin*.

Journal de pharmacie et de chimie. — 1er *janvier* 1894, n° 1. — Sur la stérilisation du pain et du biscuit sortant du four, par *Balland* et *Masson*. Méthode simple pour stériliser l'eau destinée aux usages domestiques, par *Francis Watt*. — Un nouveau procédé de désinfection.

15 *janvier*, n° 2. — Méthode générale pour le dosage volumétrique de l'argent sous une forme quelconque, par *G. Denigès*. — Essai rapide de l'alcool camphré et de l'eau-de-vie camphrée, par *Bouvet*.

15 *février*, n° 4. — Analyse du lait, par *Meillère*.

15 *mars*, n° 6. — Sur la séparation des métaux en solution alcaline par l'eau oxygénée, par *Jannasch*.

1er *avril*, n° 7. — Thermomètre électrique avertisseur pour étuves de laboratoire, par *Barillé*. — Dosage du fer par le chlorure stanneux.

15 *avril*, n° 8. — Séparation et dosage de petites quantités d'alcools méthylique et éthylique, par *Prunier*.

Moniteur scientifique. — *Mars* 1894, n° 625. — Étude sur la fermentation des mélasses, par le Dr *Jean Effront* de Bruxelles. — Sur la détermination de l'arsenic et du phosphore dans les minerais de fer, par *J.* et *H. Jattinson*. — Sur l'analyse qualitative des matières colorantes dérivées du goudron de houille, par *Arthur G. Green*. — Dosage volumétrique du plomb, par *H. Alexander*. — Dosage du manganèse dans les minerais.

Avril 1894, n° 628. — Désulfuration du fer, par *J. E. Stead*. — Recherches sur la désulfuration des fontes au moyen des alcalis. — Dosage de quelques éléments rares dans l'acier. — Dosage de la résine dans les savons, par le Dr *J. Lewkowitsch*. — Sur la fabrication et l'essai des ciments de Portland, par *Faija*. — Recherches sur les ciments de scorie, par *R. W. Mahon*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Revue scientifique. — 10 *mars* 1894, n° 10. — Les progrès de la navigation aérienne, par *W. de Fonvielle.*

14 *avril,* n° 15. — L'étude des hautes régions de l'atmosphère, par *Ch. Labrousse.*

La Nature. — 27 *janvier* 1894, n° 1078. — Conservation du lait à l'état frais, par *A. M. Villon.*

3 *février,* n° 1079. — L'air liquide.

24 *février,* n° 1082. — Paliers à billes, par *X.,* ingénieur.

10 *mars,* n° 1084. — La science pratique, par *G. F.*

Bulletin de la Société française de photographie. — 1er *décembre* 1893, n° 23. — De l'influence de la chaleur dans les opérations photographiques, par *Guillaume.*

1er *janvier* 1894, n° 1. — Écartement normal des épreuves stéréoscopiques, par *Rossignol.* — Sur la théosinnamine employée comme fixateur, par *E. Valenta.*

1er *février,* n° 3. — Essais de photographie sous-marine, par *L. Boutan.* — Le développement lent, par *Fourtier.*

1er *avril,* n° 7. — Impressions à trois couleurs avec l'aide de la photographie, par le baron *Hübl.* — Sur la méthode d'examen des objectifs photographiques à l'observatoire de Kew, par le major *Léonard Darwin.*

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

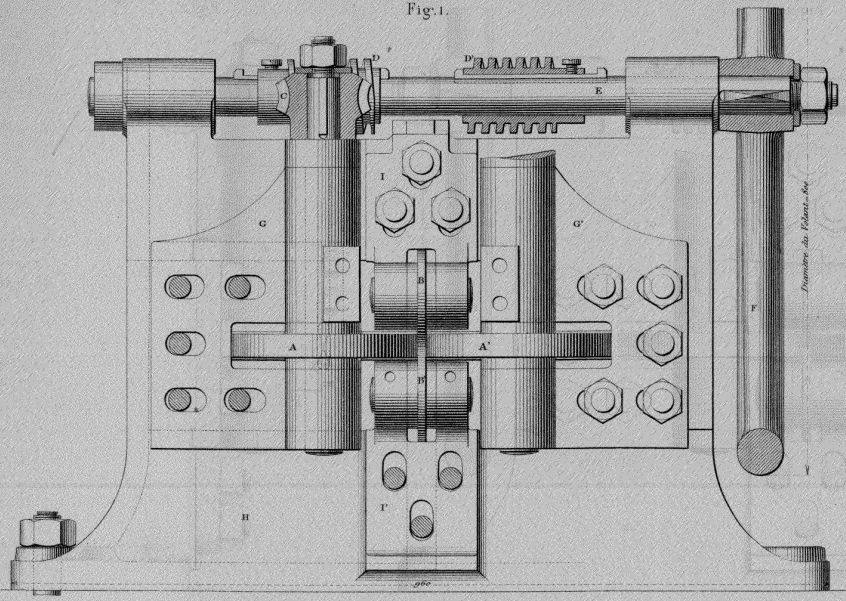


Fig. 2.

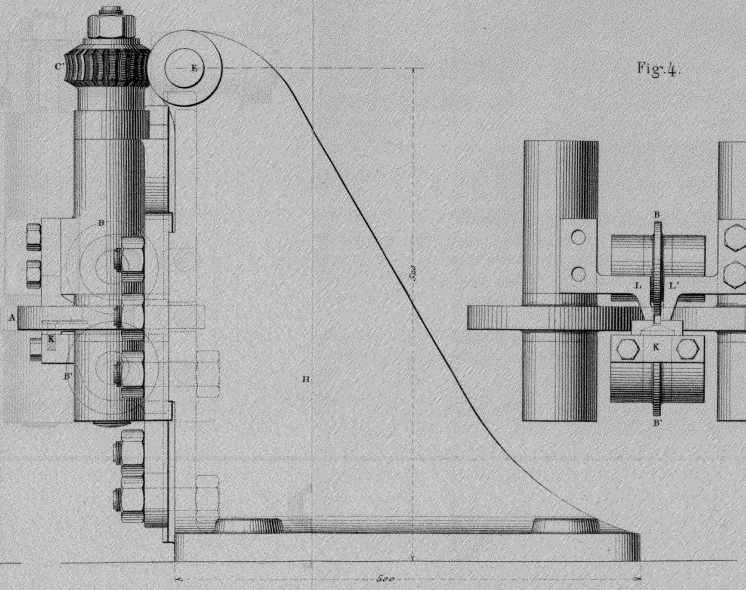


Fig. 4.

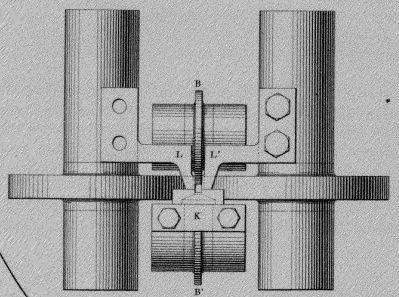
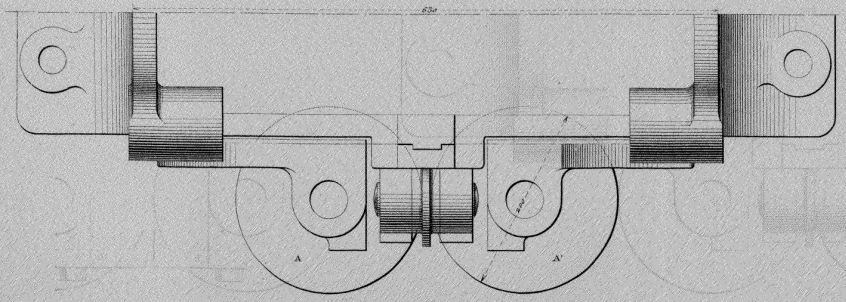


Fig. 3.



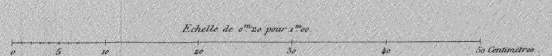


Fig. 6.

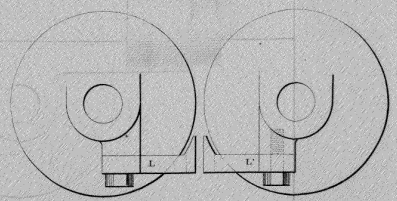
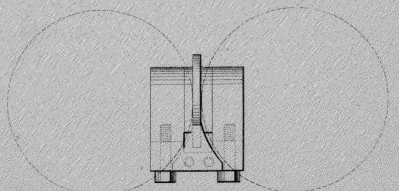


Fig. 5.



Imp. Monrocq. Autog (2me) E. Gillet, 30, rue Gay-Lussac, Paris.

SERTISSEUSE MÉCANIQUE A BRAS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

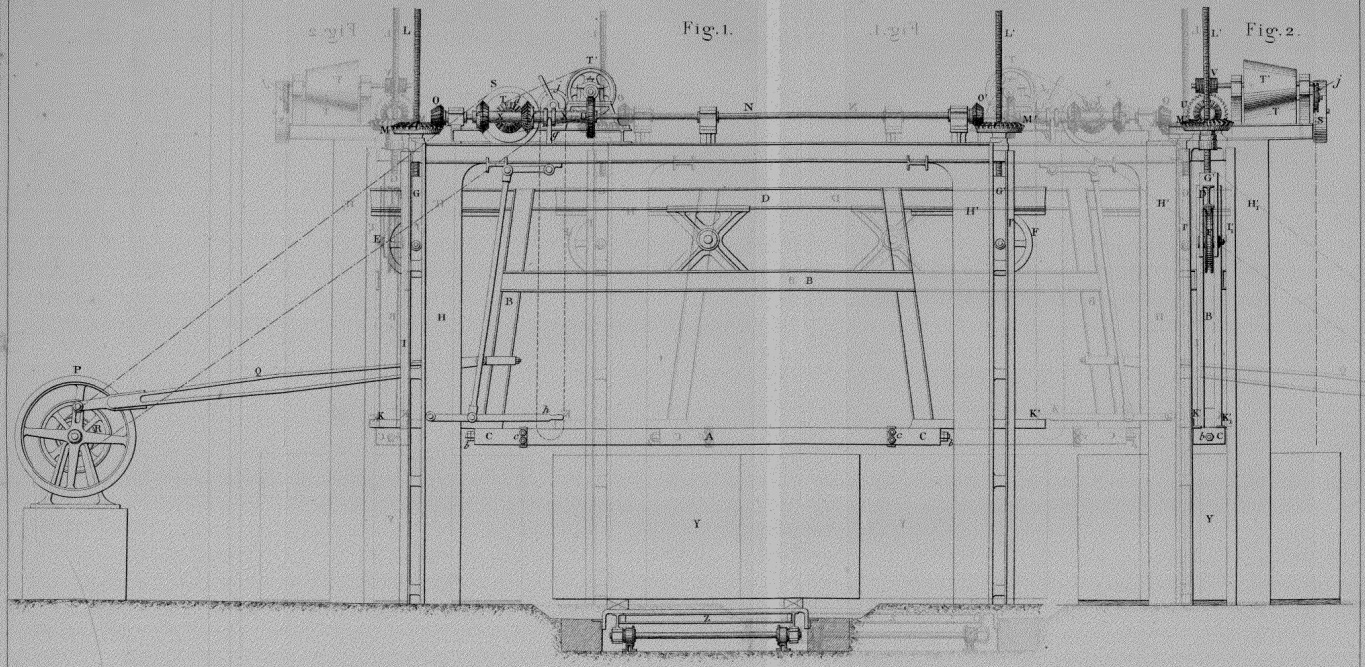


Fig. 2.

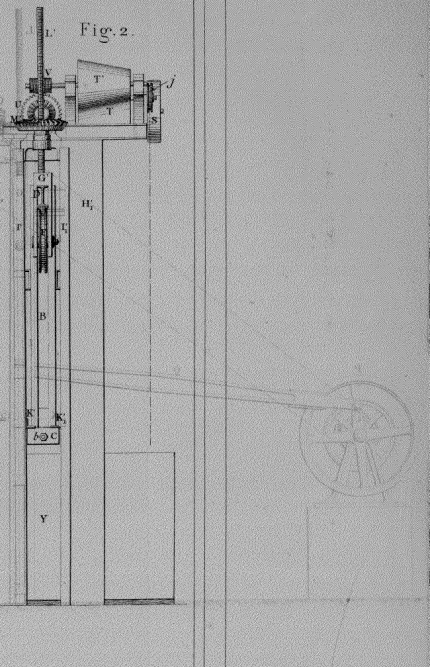
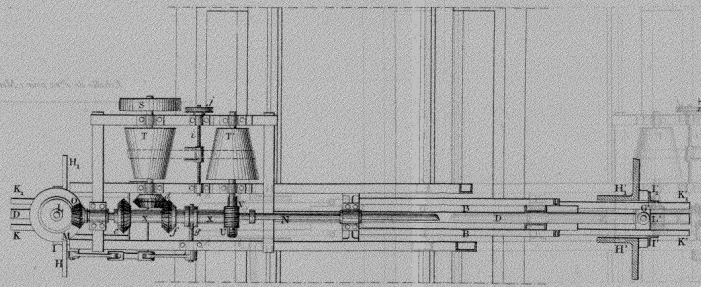


Fig. 3.



Longueur de la Lame 4m,000
" à scier 3m,000
Hauteur " 1m,400

Echelle de 6mes pour 1 Met.

Imp. Monrocq. Autog. (Zinc) E. Gillet, 30, rue Gay-Lussac, Paris.

DÉBITEUSE À LAME ALTERNATIVE DIAMANTÉE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

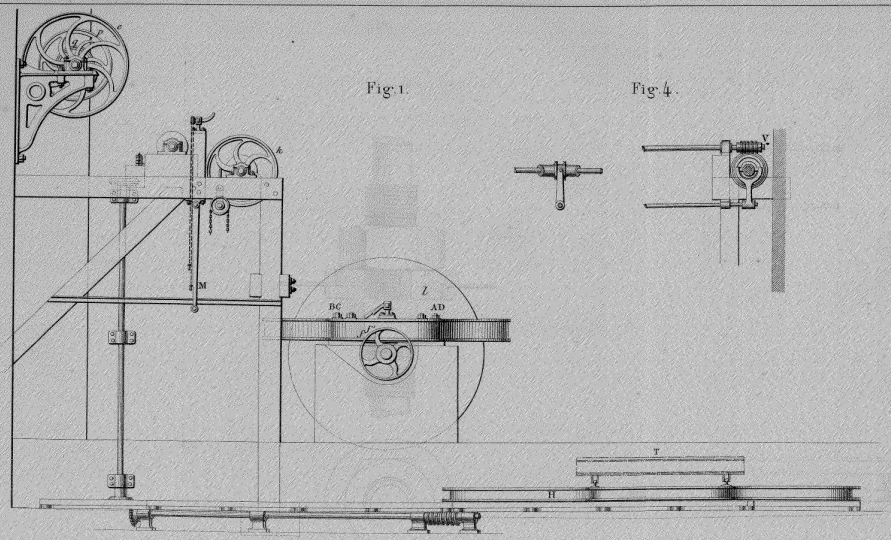


Fig. 4.

Fig. 5.

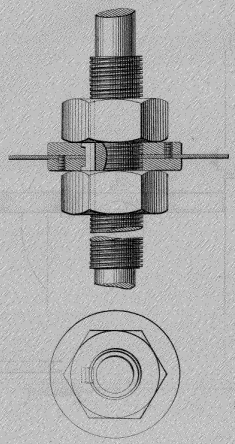


Fig. 2.

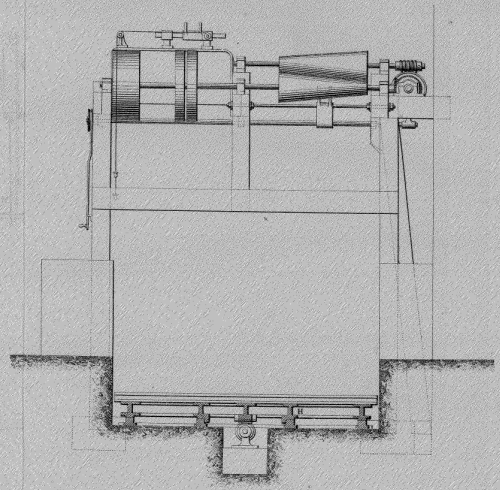


Fig. 3.

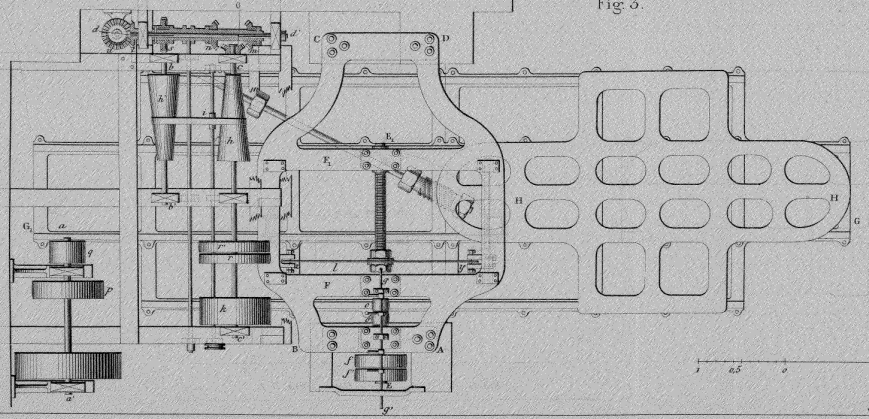


Fig. 7.

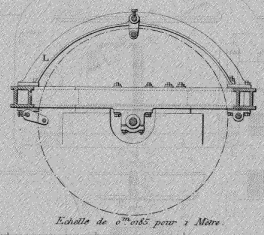
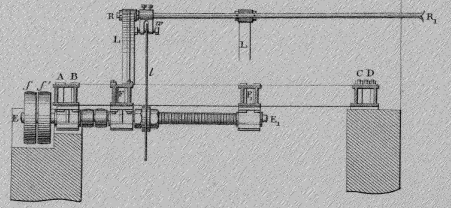
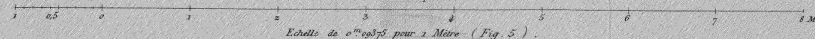


Fig. 6.



Échelle de $0^{m}.085$ pour 1 Mètre.



Échelle de $0^{m}.0375$ pour 1 Mètre (Fig. 5).

Imp. Monrocq. Autog. (Zinc.) E. Gillet, 3e rue Gay-Lussac. Paris.

SCIE CIRCULAIRE DE $2^{m}.200$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. SEPTEMBRE 1894.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT *fait par* M. J. HIRSCH, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur* L'APPAREIL DYNAMOMÉTRIQUE *de* M. J. DIGEON.

Depuis l'origine des chemins de fer, les ingénieurs se sont préoccupés d'un problème dont la solution intéresse au plus haut degré les services de l'exploitation et de la traction, à savoir : la détermination des efforts à exercer pour produire et entretenir le mouvement des trains. Ce problème est des plus difficiles. Les résistances dues à l'action de la gravité sur les véhicules parcourant les parties déclives de la voie sont, il est vrai, faciles à calculer. Mais, sauf ce point particulier, la théorie mathématique a peu de prise sur les autres éléments. Aussi est-ce toujours par l'expérience que l'on a cherché à se procurer les coefficients qui sont indispensables pour déterminer les proportions des locomotives et régler la vitesse et la charge des convois.

Parmi les recherches extrêmement nombreuses qui ont été poursuivies sur cette importante question, on peut rappeler les travaux classiques de Harding et de de Pambour, ceux exécutés sur le réseau de l'Est Français par Vuillemin et ses collaborateurs. Plus récemment, la Compagnie de l'Est mettait en service un wagon dynamométrique, construit sur les plans de MM. Marcel Deprez et Napoli. Depuis quelques années, on fait usage d'un instrument extrêmement ingénieux, imaginé par M. Desdouits, et qui donne à chaque instant la résultante des efforts s'exerçant sur un train, mesurée par l'accélération que possède cet énorme mobile.

Bien d'autres études sur le même objet ont été exécutées : il n'est pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi dire pas une compagnie de chemin de fer qui n'y ait consacré des dépenses importantes, et qui n'ait, sur ce sujet, accumulé dans ses archives des dossiers volumineux et des masses de tableaux chiffrés. Les expérimentateurs les plus habiles et les plus persévérants se sont acharnés sur ce problème. Et cependant les résultats obtenus jusqu'ici sont loin d'être satisfaisants ; on n'est guère fixé sur les résistances qui s'opposent au mouvement d'un train en marche. L'incertitude qui règne sur ce point se traduit, dans les formules de résistance usitées sur les divers réseaux, par des divergences qui sont fort importantes.

C'est qu'en effet les causes qui peuvent modifier la résistance sont nombreuses et, pour la plupart, très variables et difficiles à préciser dans leurs effets aussi bien que dans leur intensité ; il faut compter avec les dispositions du matériel, son état plus au moins parfait, son mode de graissage, la nature et le serrage des attelages, la longueur du train ; d'un autre côté le tracé en plan, le jeu des roues entre les rails, le dévers, la stabilité et la régularité de la voie entrent également en jeu ; enfin les circonstances atmosphériques, la pluie, le brouillard, la neige, le verglas, les feuilles mortes, et, pardessus tout, l'intensité et la direction du vent ont une influence capitale.

Les méthodes les plus variées ont été mises en œuvre pour triompher de ces difficultés ; il y en a peu qui soient tout à fait satisfaisantes et qui tiennent compte de toutes les données ; une des plus élégantes est celle de M. Desdouits : elle a l'avantage de donner en bloc le chiffre global de toutes les forces qui agissent sur le train.

Un grand nombre de compagnies s'en tiennent encore au système du wagon dynamométrique intercalé entre la locomotive et le convoi, ou entre deux parties du convoi.

La Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, ayant à entreprendre une série de recherches sur la résistance de ses trains, s'est adressée à M. Digeon, l'habile constructeur, si connu par les modèles qu'il a établis et qui peuplent les galeries de nos Écoles techniques et de nos établissements d'enseignement scientifique et industriel. Sur le programme qui lui a été tracé, et de concert avec M. Gauthier, chef du Service central du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Ouest, M. Digeon a construit un appareil, qui est un véritable modèle d'ingéniosité et de précision. Cet appareil a été installé, au commencement de 1889, dans le fourgon d'expérience de la Compagnie de l'Ouest, et a figuré à l'Exposition de 1889, où il a été fort remarqué.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis cette époque, deux autres appareils semblables ont été exécutés par M. Digeon, l'un pour les chemins de fer du Sud-Ouest Russe, l'autre pour les chemins de fer de l'État Hongrois.

En vertu du programme délivré au constructeur, l'appareil en question devrait mesurer :

Les efforts de traction ;
Le chemin parcouru ;
Le temps ;
Les tours de roue ;
La vitesse ;
Le travail développé.

Voici comment ces différentes parties du programme ont été traitées :

L'appareil est enregistreur ; les indications s'inscrivent sur une bande de papier, qui se déroule avec une vitesse proportionnelle à celle du train ; à cet effet, les rouleaux d'entraînement de la bande sont mis en relation avec l'un des essieux du fourgon. La proportionnalité exacte entre la vitesse du train et celle de la bande de papier est contrôlée par deux moyens. En premier lieu, un signal électrique est envoyé et s'inscrit sur le papier tous les dix tours de l'essieu sur lequel est pris le mouvement ; en second lieu, un observateur envoie un signal, également enregistré, au passage de chaque borne kilométrique ; par l'espacement régulier des signaux relatifs aux tours de roue et au kilométrage, on s'assure de la régularité du mouvement de la bande.

Sur la même bande s'enregistrent en outre :

Le temps écoulé ;
La vitesse du train ;
L'effort de traction ;
Le travail de traction.

Le *temps* est donné par une horloge, qui fournit, toutes les dix secondes, un contact électrique, lequel déplace un crayon porté par l'armature d'un électro-aimant.

La *vitesse* est fournie par un appareil différentiel extrêmement ingénieux. Un plateau horizontal reçoit d'un régulateur spécial un mouvement de rotation uniforme (180 tours à la minute) ; sur ce plateau roule une molette, laquelle est montée sur une vis, orientée dans le plan diamétral du plateau ; cette vis reçoit un mouvement de rotation de l'essieu du fourgon ; il est clair que la molette restera immobile sur la vis lorsque ces deux organes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

auront la même vitesse angulaire; la distance de la molette à l'axe du plateau peut donc servir de mesure à la vitesse du train.

La comparaison de la vitesse ainsi mesurée avec les indications fournies par l'enregistrement du temps, des tours de roue et du kilométrage permet de contrôler ces indications les unes par les autres.

L'*effort de traction* est donné par un dynamomètre à lames, intercalé entre le fourgon et le crochet d'attelage; ce dynamomètre est formé de quatorze lames droites d'acier, conjuguées en deux groupes de sept lames; sa flexibilité est de $16^{mm},1$ par tonne; sa puissance maxima est de 7500 kilos, les flèches qu'il prend sont envoyées au crayon enregistreur par une transmission mécanique.

Le *travail* est obtenu par une molette roulant sur un plateau qui tourne avec une vitesse proportionnelle à celle du train, et sur lequel la molette se déplace suivant un rayon proportionnellement à l'effort de traction; les déplacements angulaires de la molette sont ainsi proportionnels au travail de traction. L'enregistrement de ce travail est obtenu par un procédé ingénieux; l'axe de la molette commande, par engrenages, un cylindre fileté, sur lequel se déplace un curseur porte-crayon; comme l'accumulation indéfinie du travail conduirait à des ordonnées démesurées, on a tourné la difficulté par l'artifice ci-après : le pas de vis pratiqué sur le cylindre qui entraîne le porte-crayon est à deux filets croisés; de sorte que le curseur le parcourt alternativement dans un sens et dans l'autre; les ordonnées mesurant le travail se comptent alternativement en montant et en descendant.

Comme contrôle de l'enregistrement du travail, un compteur totalisateur donne le nombre de tours de la molette.

Il va de soi que ces résultats peuvent être eux-mêmes contrôlés par la courbe des efforts, dont l'aire est proportionnelle au travail développé sur le crochet d'attelage.

Tous ces dispositifs, si ingénieusement combinés, ont été exécutés de façon irréprochable. L'appareil a servi à exécuter de nombreuses expériences; M. l'Ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Compagnie de l'Ouest, que nous avons consulté, nous écrit une lettre dont nous donnons ci-après un extrait :

« M. Digeon a exécuté avec beaucoup de talent, et en l'améliorant, le programme que nous lui avions tracé. Il a eu un collaborateur important dans un de nos ingénieurs, M. Gauthier. Les études d'ensemble et de détail

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont été très bien faites; l'exécution est tout à fait remarquable; les résultats obtenus sont d'une grande régularité et d'une grande précision. »

En conséquence, le Comité des Arts mécaniques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Digeon de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société avec une planche et une légende.

Signé : J. HIRSCH, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *avril* 1894.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE N° 100 REPRÉSENTANT LE FOURGON DYNANOMÉTRIQUE DE LA COMPAGNIE DE L'OUEST.

Mesure et enregistrement des efforts. — C, Chape mobile du dynamomètre reliée à la barre d'attelage A.

C', Chape fixe.

ω, Articulation de la barre A.

B, Chariot roulant support de la chape C.

P, Porte-style transmettant les déplacements de la chape C à la tige *t*, sollicitée par un ressort antagoniste.

1, Crayon enregistreur des efforts.

Enregistrement du travail totalisé. — *m*, Molette enregistreur du travail, elle se déplace avec la tige *t*.

p, Plateau de la molette *m* animé d'une vitesse proportionnelle à celle de l'essieu E du fourgon.

C', Compteur de tours de la molette *m* (un tour de molette vaut 10 000 kilogrammètres).

2, Crayon enregistreur du travail développé.

d, Cylindre à rainure hélicoïdale fermée, en relation avec la molette *m* et commandant le mouvement du crayon 2.

Enregistrement de la vitesse. — α, Vis recevant son mouvement de l'essieu E.

M, Mouvement d'horlogerie imprimant un mouvement uniforme au plateau π.

M, Molette formant écrou, montée sur la vis α, elle tourne et se déplace sous l'action combinée de cette vis et du plateau π (la distance, au centre du plateau, est proportionnelle à la vitesse du train).

3, Crayon enregistreur de la vitesse commandée par la molette M.

Pointage des tours de roue. — 4, Crayon enregistreur des dizaines de tours de roue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

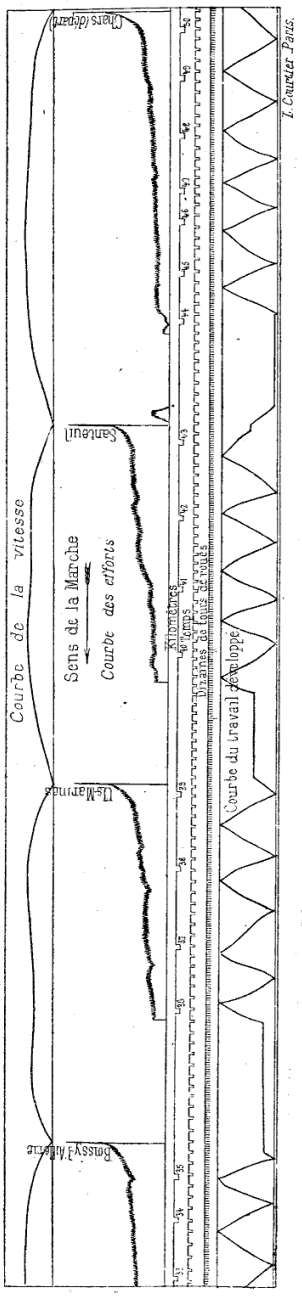


Fig. 4. — Portion du diagramme de l'expérience du 25 août 1891.

ε, Électro-aimant actionnant le crayon 4, il est placé dans un circuit fermé par le commutateur *f*.

b, Arbre portant le commutateur *f* et commandé par l'arbre principal du mécanisme, dans le rapport de 1 à 10.

Enregistrement du temps. — H, Horloge qui toutes les 10 secondes envoie un courant dans un électro-aimant ε'.

5, Crayon actionné par l'électro-aimant E', et traçant un cran toutes les 10 secondes.

Pointage des kilomètres. — 6, Crayon mû par un électro-aimant ε'', où le courant est envoyé au moyen d'un bouton actionné par l'observateur placé dans la vigie. — O_3, Compostteur.

Lignes d'origine. — 7, Crayon traçant la ligne d'origine des efforts.

8, Crayon traçant la ligne d'origine des vitesses.

Transmission du mouvement. — V, Vis sans fin montée sur l'essieu transmettant le mouvement à l'arbre Z, par la roue X et l'arbre Y.

W, Colonne supportant la roue K', commandée par une vis tangente et une manivelle K''.

K, Vis dont le mouvement est commandé par la roue V', elle permet d'embrayer la roue X sur la vis sans fin V.

T, Arbre principal de commande du mouvement des appareils enregistreurs, cet arbre reçoit son mouvement de l'arbre Z, au moyen des roues dentées DD', EE'. (Ces dernières sont munies d'encliquetage *Dobo* pour assurer le même sens de déroulement au papier, quel que soit celui de la marche du train.)

O, Manchon d'embrayage à friction et à dents permettant d'interrompre momentanément le mouvement des enregistreurs 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N, Arbre auxiliaire en relation avec l'arbre Z, et transmettant le mouvement de l'essieu à la vis ε.

Déroulement du papier. — S', Cylindre sur lequel le papier est emmagasiné.

x'_1, Rouleau d'entraînement du papier, il est commandé par l'arbre principal T, au moyen de jeu de roues dentées pour développer 0,10 par kilomètre parcouru.

x_1, Rouleau presseur.

S_2, Cylindre sur lequel s'enroule le papier.

s s s, Petits rouleaux dirigeurs du papier.

Ta, Table de traçage.

O_1, Poulie montée sur l'axe du cylindre S_1 et commandant poulie à friction o_1 du cylindre S_2 pour opérer automatiquement l'enroulement du papier.

Δ, Piles.

Transmission du mouvement. — A, Vis sans fin montée sur l'essieu et transmettant le mouvement à l'arbre B, par la roue *a* et l'arbre *bb*.

C, Colonne supportant la roue *d* commandée par une vis tangente et une manivelle.

c, Vis dont le mouvement est commandé par la roue *d*; elle permet d'embrayer la roue *a* sur la vis sans fin A.

T, Arbre principal de commande des appareils enregistreurs; il reçoit son mouvement de l'arbre *bb*, au moyen des roues dentées *ee*, *e'e'*; (Ces dernières sont munies d'encliquetages *Dobo* pour assurer le même sens de déroulement au papier, quel que soit celui de la marche du train.)

Déroulement du papier. — D, Rouleau d'entraînement du papier; il est commandé par l'arbre T au moyen d'un jeu de roues dentées, pour développer $0^m,10$ par kilomètre parcouru.

E, Cylindre sur lequel s'enroule le papier.

Pointage des tours de roue. — *f*, Crayon enregistreur des dizaines de tours de roue.

F, Électro-aimant actionnant le crayon.

G, Arbre portant le commutateur *g* et commandé par l'arbre T.

Pointage des kilomètres. — *h*, Crayon mû par l'électro-aimant H et enregistrant les kilomètres.

Enregistrement du temps. — I, Horloge.

i, Crayon actionné par l'électro-aimant J.

Enregistrement de la vitesse. — *l*, Vis recevant son mouvement de l'essieu.

K, Régulateur centrifuge faisant tourner le plateau L.

M, Molette mesurant la vitesse du train.

m, Crayon commandé par la molette M.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enregistrement des efforts. — N, Dynamomètre à lames.

n, Crayon enregistreur des efforts.

Enregistrement du travail. — O, Molette enregistrant le travail.

P, Plateau de la molette.

Q, Compteur de tours de la molette (1 tour pour 10 000 kilogrammètres).

o, Crayon commandé par cylindre fileté R.

Portion du diagramme de l'expérience du 25 août 1891 (fig. 1, dans le texte). Train 108 de Neuchâtel à Paris.

Nature du combustible : briquettes; timbre de la chaudière : $0^m,500$; diamètre des cylindres : $0^m,395$; course des pistons : $0^m,610$; diamètre des roues motrices : $1^m,510$; effort de traction $\frac{pD^2l}{D}$: 5 357 kilos; état du temps : beau; température : 15° départ, 12° arrivée; direction du vent : N.-O.; force du vent : très faible; état du rail : sec.

Expérimentateurs. — MM. Gauthier, Digeon, Guilbert.

Composition du train. — 13 fourgons; 1 wagon de 1re; 2 wagons de 2e; 2 wagons de 3e, pesant ensemble 15 930 kilos (tare).

Poids total, tare et chargement : 170 tonnes.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT *fait par* M. AIMÉ GIRARD, *au nom du Comité des Arts chimiques, sur un nouvel* APPAREIL DE CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE, *de* M. KESSLER, *de Clermont-Ferrand.*

La transformation économique de l'acide sulfurique débité par les chambres de plomb à 52° Baumé, en acide sulfurique concentré, est depuis longtemps l'objet de recherches assidues de la part des ingénieurs et des constructeurs.

C'est en séchant l'acide des chambres, d'abord dans des poêles en plomb où s'évapore, librement à l'air, l'eau en excès que cet acide contient, ensuite dans des appareils distillatoires, chauffés à feu nu, permettant de recueillir et de condenser, à l'état de petites eaux, les vapeurs acides entraînées, que cette transformation a eu lieu jusqu'ici.

Ces appareils distillatoires, étaient, il y a vingt ans, tantôt comme en Angleterre de grandes cornues de verre, tantôt comme en France, en Allemagne, etc., des alambics en platine.

Préoccupés cependant, d'un côté, de la fragilité des cornues de verre,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un autre, du haut prix des alambics en platine, comme aussi de leur usure rapide, divers inventeurs cherchèrent, à cette époque, à modifier l'outillage de la concentration à haut degré.

L'un de ces inventeurs, M. Kessler, correspondant de la Société, sut trouver alors de la question une solution ingénieuse et pratique; et l'appareil à l'aide duquel il remplaça les cornues de verre et les alambics de platine, appareil constitué par une ou plusieurs cuvettes, faites de platine, il est vrai, mais recouvertes simplement d'un dôme de plomb à joint hydraulique, a été, en 1876, l'objet, devant la Société d'Encouragement, d'un rapport favorable du Comité des Arts chimiques, rapport à la suite duquel une médaille d'or a été, dans la séance du 9 juin 1876, décernée à la maison Faure et Kessler de Clermont-Ferrand.

Le système nouveau de concentration imaginé par M. Kessler fut rapidement adopté par un grand nombre d'usines, tant en France qu'à l'étranger; si bien que peu à peu on a vu, dans les vingt dernières années, l'emploi des grands alambics entièrement faits de platine, diminuer dans une large mesure en France, en Allemagne, etc., du fait de leur remplacement par les appareils à dôme que la Société avait récompensés en 1876.

Les résultats pratiques fournis par ces appareils étaient, en effet, de nature à satisfaire aux besoins de la fabrication courante; mais bientôt, en face de besoins nouveaux, ces appareils, comme aussi ceux qui les avaient précédés, devaient devenir insuffisants.

C'est au titre commercial de 66° Baumé, au titre réel de 65°,5, à la teneur de 92 à 93 p. 100 d'acide monohydraté, que l'acide sulfurique concentré avait été généralement demandé jusqu'alors; mais aujourd'hui c'est à exiger un produit plus riche en acide réel que tendent nombre de fabrications. L'acide marquant 66° *plein* en renferme 96 à 98 p. 100. C'est cet acide que l'industrie moderne recherche surtout; quelquefois même le titre de 99 p. 100 lui est nécessaire.

Or, c'est, aux degrés élevés qui viennent d'être indiqués, une opération difficile et singulièrement dispendieuse que la concentration de l'acide sulfurique. Opère-t-on dans le verre, la concentration a lieu par soubresauts et les cornues se brisent; est-ce dans le platine, celui-ci se dissout en proportion d'autant plus grande que la concentration est portée à un plus haut titre.

Pour concentrer au platine une tonne d'acide sulfurique à 94 p. 100, il faut, nous a appris M. Scheurer-Kestner, sacrifier, à l'état de dissolution,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1 gramme de métal; pour l'acide à 98 p. 100, le sacrifice s'élève à 6 ou 7 grammes; pour l'acide à 99°,5, il n'est pas moindre de 9 grammes; au prix de 16 francs le kilogramme (cours actuel), c'est, par 100 kilogrammes d'acide concentré, une perte de 1 fr. 44.

En face d'un changement de situation aussi important, l'esprit ingénieux de M. Kessler ne pouvait rester inactif, et c'était chose toute prévue qu'à cette situation nouvelle la sagacité de cet inventeur chercherait une solution nouvelle également.

Cette solution, M. Kessler l'a trouvée, et trouvée de la façon la plus heureuse, en imaginant le système de concentration à haut degré de l'acide sulfurique dont il a, devant la Société, exposé le principe, décrit l'application et fait connaître les résultats, au cours de la séance du 10 février 1893.

C'est sur un principe nouveau que ce système de concentration repose. Dans tous les appareils employés jusqu'à ce jour, c'est sur le fond ou sur les parois des vases distillatoires qu'agit le combustible, et c'est en traversant la masse entière de l'acide déjà concentré que la chaleur détermine la distillation des acides faibles dont la condensation va fournir les petites eaux.

Dans le nouvel appareil de M. Kessler, il en est autrement. Ce n'est point sur les parois des vases distillatoires, c'est sur la surface de l'acide très concentré déjà, porté d'ailleurs à haute température, que viennent agir les gaz chauds à 500° environ, que débite un foyer voisin.

Sur cette surface à laquelle M. Kessler donne une étendue relativement considérable, une évaporation rapide se produit, un échange de température presque instantané s'opère entre les gaz et l'acide, ceux-là se saturent aussitôt de vapeur d'eau mélangée de vapeurs acides et celui-ci, arrivé à son maximum de concentration, est aussitôt, et par la surface même, évacué au dehors. La température, par suite de l'échange qui vient d'être indiqué, n'est alors que de 270° environ. A cette première partie de l'appareil qu'il a imaginé, M. Kessler donne le nom de *saturex*.

C'est à la température de 200° environ que les vapeurs acides provenant de la distillation abandonnent la surface du bain d'acide concentré logé dans le saturex.

Pour dépouiller ces vapeurs de l'acide qu'elles entraînent, M. Kessler les soumet alors à un nouvel échange de température avec l'acide faible et froid que les chambres débitent. Au-dessus du saturex, il dispose, sous le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nom de *récupérateur*, un véritable appareil de rectification tout analogue aux colonnes dont fait usage la rectification de l'alcool. C'est au sommet de ce récupérateur que pénètrent les acides à 52° Baumé, et c'est en s'élevant à travers les plateaux dont cette colonne est garnie que les vapeurs vont s'analysant, se désacidifiant progressivement pour enfin s'échapper au sommet, acides encore mais n'emportant plus cependant qu'une proportion restreinte d'acide sulfurique, tandis que l'acide, de plus en plus concentré, s'en va cascadant de plateau en plateau, pour enfin retomber dans le saturex et s'offrir de nouveau à l'action du courant de gaz chauds qui le traversent.

Cette proportion restreinte d'acide que les dernières vapeurs entraînent à la sortie du récupérateur, M. Kessler est même parvenu à la récolter par une simple action mécanique en obligeant ces vapeurs à traverser un filtre fait de fragments de coke finement concassé. A la suite de ce filtre, la vapeur d'eau enfin s'échappe presque pure, tandis que le produit de la condensation retourne à l'appareil de concentration. Le travail ordinaire des petites eaux est ainsi supprimé.

La colonne à rectifier, en réalité, remplace les poêles à l'aide desquelles avait lieu jusqu'ici la concentration préliminaire de l'acide à 60°, le saturex remplace les cornues de verre et les alambics de platine dans lesquels avait lieu la dernière concentration.

Tout différent par son aspect général, comme par les détails de sa construction, des appareils que l'industrie des produits chimiques a employés jusqu'à présent, l'appareil de M. Kessler se présente sous la forme d'une petite tour carrée mesurant, lorsqu'il s'agit d'une production de 5000 kilogrammes par jour, $1^{m},50$ de côté sur 1 mètre de hauteur, et reposant au milieu d'un grand bac de 2 à 3 mètres de longueur sur $1^{m},70$ de largeur et $0^{m},60$ de hauteur. Ce bac, c'est le saturex : c'est là que les gaz chauds achèvent la concentration de l'acide. Cette tour carrée, c'est le récupérateur : c'est là qu'a lieu, sur les plateaux de rectification, la concentration préalable de cet acide à 60°.

L'appareil tout entier est fait, bien entendu, de matériaux inattaquables par l'acide sulfurique, même aux températures élevées. Indifféremment, M. Kessler y emploie la lave de Volvic, le grès naturel et certains grès céramiques d'une grande résistance. Au sommet de la colonne, là où l'acide est le plus faible et le moins chaud, les deux derniers plateaux peuvent être faits de plomb.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La partie de l'appareil dans laquelle a lieu la concentration dernière, le saturex, est, en réalité, un grand bac plat dont le fond, les murs latéraux, le plafond sont constitués par des pierres généralement d'une seule pièce, soigneusement assemblées et jointoyées dont l'épaisseur est de $0^m,20$ environ. A l'intérieur de ce bac se développent trois couloirs parallèles fermés à la partie supérieure et dont les murs latéraux viennent, à la partie inférieure, affleurer le niveau de l'acide dont la hauteur, au fond du saturex, est de $0^m,10$ environ; extérieurement à ces couloirs, communiquant avec eux par l'espace vide compris entre le bas des murs et le niveau de l'acide, s'étendent parallèlement quatre autres couloirs, ouverts au contraire à la partie supérieure et débouchant directement au-dessous du récupérateur.

A côté de l'appareil de concentration est établie une chambre de combustion au coke dont les gaz chauds pénètrent par une large buse, à l'intérieur du saturex. Appelés à l'extrémité opposée du système par un aspirateur à vapeur, ces gaz chauds s'engagent aussitôt à travers les trois couloirs couverts, s'étendent rapidement à la surface de l'acide qui y est logé, glissent sous les murs en léchant cette surface de plus près, et même en soulevant une couche de 1 ou 2 centimètres d'acide, pour ensuite se répandre dans les couloirs ouverts et de là remonter, saturés de vapeur d'eau et d'acide, refroidis à 200°, vers le récupérateur.

Dans la hauteur de celui-ci sont superposés quatre ou cinq plateaux, les deux ou trois premiers faits de lave ou de grès, les deux derniers de plomb.

Chacun de ces plateaux est muni d'orifices ouverts, soit dans la pierre, soit dans le plomb, entourés chacun d'une collerette prise dans la masse et munie de supports, sortes de pattes de coq sur lesquelles viennent s'appuyer des calottes dentelées en porcelaine.

Les bords de ces calottes affleurent d'ailleurs la couche d'acide dont chaque plateau est couvert, de sorte que les vapeurs chaudes qui passent d'un plateau au plateau suivant sont obligées de barboter légèrement à travers ce liquide. A son contact, elles se refroidissent encore, et, du fait de la condensation que ce refroidissement détermine, abandonnent l'acide qui, par les tubes de rétrogradation, retourne au saturex, tandis que la vapeur d'eau, désacidifiée davantage à chaque passage, arrive au col de cygne supérieur ne contenant plus qu'une faible quantité d'acide sulfurique.

Obéissant alors à l'appel de l'aspirateur, cette vapeur, dont la température n'excède pas 70 à 80° (400° de chaleur environ ont été abandonnés par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les gaz chauds dans leur rapide parcours à travers l'appareil), se rend dans un condenseur en plomb dont la capacité doit être de trois mètres cubes par 1 000 kilogr. d'acide concentré en 24 heures, et que remplissent des fragments de coke cassé à la grosseur d'un grain de riz. En filtrant mécaniquement à travers cette masse spongieuse, l'acide faible se condense, et, à la densité de 20° Baumé environ, retourne aussitôt au plateau supérieur de la colonne, tandis qu'à l'extrémité du condenseur s'échappe de l'eau presque pure.

Tel qu'il vient d'être décrit, construit dans les dimensions qui tout à l'heure ont été indiquées, l'appareil Kessler fournit aisément, en 24 heures, 5 000 kilogr. d'acide concentré à 66° *plein*, c'est-à-dire contenant 96 à 98 p. 100 d'acide monohydraté.

Les avantages que son emploi apporte au manufacturier sont considérables. Pour un débit de 5 000 kilogr., il faut à celui-ci, lorsqu'il concentre au platine, un alambic du prix de 30 000 fr.; pour le même débit, un appareil Kessler du prix de 3 000 fr. suffit.

Avec l'ancien système, la consommation du combustible atteint, pour les poêles et pour l'alambic réunis, 25 à 28 kilogr. par 1 000 kilogr. d'acide; avec le nouveau, cette consommation ne dépasse pas 16 à 17 kilogr. (11 kilogr. de coke pour le foyer, 5 à 6 kilogr. de houille pour l'aspirateur à vapeur).

La dépense en métal, inévitable lorsqu'on travaille les acides concentrés au platine, est naturellement supprimée.

L'acide est pur enfin : l'acide sulfureux dont la production accompagne la combustion du coke dans le foyer l'a débarrassé de tout composé nitreux.

Ces avantages, la grande fabrication des produits chimiques les a déjà compris; depuis deux ans, et en dehors de deux spécimens fonctionnant à Clermont-Ferrand, dans l'usine de l'inventeur, sept appareils Kessler ont été construits : deux à Saint-Denis, près Paris, dans les usines de la Société des matières colorantes et des produits chimiques; un à Lille, dans les anciens établissements Kuhlmann; un au Petit-Quevilly, près Rouen, dans les usines Maletra; deux en Allemagne : l'un chez MM. Meister, Lucius et Bruning, à Oeix-sur-le-Mein, l'autre à Elberfeld, dans la fabrique de MM. Vülfing et Cie, le septième enfin en France, à l'usine de Puiseaux (Loiret).

Dans toutes ces usines, d'après les certificats et les comptes de fabrica-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion qui ont été mis sous nos yeux, ces appareils Kessler fonctionnent de la façon la plus satisfaisante.

Aussi est-il permis de considérer le nouveau système de concentration de l'acide sulfurique, imaginé par M. Kessler, comme faisant dès à présent partie des procédés réguliers de la grande fabrication des produits chimiques.

C'est pénétré de cette pensée que le Comité des Arts chimiques a l'honneur de proposer à la Société de remercier M. Kessler de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin*, en y joignant les dessins nécessaires à l'intelligence des diverses parties du nouveau système de concentration.

Signé : Aimé Girard, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 25 *mai* 1894.

LÉGENDE DES FIGURES DE LA PLANCHE 101 REPRÉSENTANT L'APPAREIL KESSLER POUR LA CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.

A,B, Plateaux en grès.
D,C, Plateaux en plomb.
O,O′, Passages des gaz chauds.
S, Saturateur.
M, Manomètre.
T,T′, Thermomètres.
Z, Dôme de plomb.
P, Sortie des gaz chauds
r, Direction des gaz chauds.
q, Passages des gaz chauds.
i, Lèvres de barbotages.
q′, Passages des gaz après barbotages.
o′, Passages des gaz dans les calottes.
c, Lèvres sous les calottes.
s, Calottes.
l, Entrée de l'acide.
l′, Entrée des petites eaux.
n, Tuyaux de rétrogradation.
p, Enveloppes de plomb.
u, Armatures en fer.
m, Sortie de l'acide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

COMPTE RENDU DU CONCOURS OUVERT PAR L'ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE FRANCE CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL POUR LA CRÉATION D'UN BON TYPE DE MASQUE RESPIRATEUR CONTRE LES POUSSIÈRES, PAR M. HENRY MARY, DIRECTEUR DE CETTE ASSOCIATION.

Dans un grand nombre de travaux industriels, les ouvriers sont placés, par le fait même du travail, dans une atmosphère chargée de poussières plus ou moins ténues.

Ces poussières peuvent être rangées en deux grandes classes :

Les poussières minérales et les poussières organiques.

Les poussières minérales sont pierreuses (silice, grès, quartz, calcaire, émeri, verre, etc.), ou métalliques (fer, cuivre, plomb, zinc, mercure, arsenic, etc.).

Les poussières organiques sont végétales (amidon, fécules, farines, lin, chanvre, coton, etc.) ou animales (crins, cuirs, plumes, os, cornes, soie, etc.).

La présence de ces poussières dans l'atmosphère du travail est une cause de viciation de l'air. Leur influence fâcheuse sur la santé des ouvriers a été signalée depuis longtemps et leur action nocive est mise aujourd'hui hors de doute par les savants travaux de Hirn, Bouchardat, Proust, Arnould, Napias et d'autres éminents hygiénistes.

Non seulement toutes les poussières industrielles sont incommodes, mais on peut dire que toutes sont dangereuses, à des degrés divers.

Je sais que cette affirmation n'est pas admise par tout le monde. Quelques auteurs prétendent que certaines poussières sont inoffensives; on a même prétendu qu'il est des poussières qui exercent une action heureuse sur l'organisme et peuvent combattre efficacement certaines maladies.

Sans pouvoir dire ce qu'il y a de vrai dans cette dernière affirmation, et si, dans un cas anormal, spécial, une poussière donnée a pu avoir une action efficace sur une maladie, je crois que, d'une façon générale, sur un organisme en bonne santé, l'action constante, prolongée pendant la vie de travail d'un ouvrier, d'une poussière quelle qu'elle soit, exerce sur la santé de cet ouvrier une action qui ne peut être que défavorable.

C'est surtout lorsque les ouvriers commencent à travailler dans un milieu où se produisent les poussières que l'action nuisible de celles-ci se manifeste et que les symptômes de maladie ou d'indisposition apparaissent. Au bout d'un certain temps de travail, ces symptômes ne se renouvellent généralement pas; l'action nocive ne se traduit plus extérieurement d'une manière sensible; il sem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ble que le corps s'habitue à l'inspiration de ces poussières et n'en souffre pas; l'ouvrier se voit rarement obligé d'interrompre son travail et ne ressent pas de douleur aiguë ou de faiblesse trop prononcée, et c'est là ce qui a pu faire croire à l'innocuité des poussières.

Mais, si l'on n'arrête pas son observation à l'effet apparent et extérieur, si l'on étudie les conditions d'existence de ces ouvriers pendant une longue période, on voit que la plupart, sauf quelques natures qui résistent exceptionnellement meurent relativement jeunes et d'affections de poitrine ou d'une anémie croissante.

Le résultat mauvais de l'inspiration des poussières, pour être lent à se produire, n'en est pas moins certain, et la durée de la vie se trouve abrégée chez ceux qui ont été soumis longtemps à cette inspiration.

Certaines poussières sont toxiques par elles-mêmes, comme celles de mercure, de plomb, d'arsenic. D'autres transportent avec elles des germes infectieux, ce qui arrive souvent avec les chiffons, les peaux, les tapis. Certaines poussières, principalement parmi les poussières minérales, agissent en raison de leur dureté, par leurs arêtes coupantes, leur pointes aiguës, pour percer ou rayer les muqueuses et ouvrir ainsi les portes de l'organisme aux germes pathogènes. C'est ainsi qu'elles peuvent engendrer les diverses affections pulmonaires.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que ces poussières pénètrent non seulement dans les voies respiratoires, mais aussi dans les voies digestives, qu'elles peuvent également affecter.

Il est donc indispensable de soustraire les ouvriers, par les moyens les plus efficaces et les mieux appropriés, à l'absorption de ces poussières.

Dans certains cas il est possible d'empêcher la production des poussières en faisant intervenir l'eau. C'est ce qui a lieu dans un certain nombre d'opérations d'aiguisage et de polissage. Toutes les fois qu'il sera possible d'appliquer ce procédé, on devra y recourir.

Mais un grand nombre de travaux ne peuvent pas être exécutés par la voie humide; la poussière se produit alors nécessairement et il s'agit d'en débarrasser l'ouvrier.

Le meilleur procédé qu'on puisse employer est la ventilation.

Mais il faut bien s'entendre sur la manière dont cette ventilation doit être comprise.

La ventilation générale de l'atelier est toujours utile et nécessaire lorsqu'il s'agit de combattre les causes normales de viciation de l'air, provenant de la respiration des ouvriers, de leur entassement dans des locaux restreints, des appareils de chauffage et d'éclairage.

Mais, dans le cas de production de poussières, cette ventilation générale est insuffisante et peut être plus nuisible qu'utile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle a pour résultat, en effet, d'agiter constamment les poussières, de les disséminer dans l'atelier, de les mêler intimement à l'air que respirent les ouvriers et d'en faciliter ainsi l'absorption.

Il faut donc recourir, et c'est là que réside la meilleure solution, à une ventilation locale qui, par une aspiration efficace, supprime les poussières au point même où elles se forment et les entraîne, par une canalisation étanche, dans un collecteur spécial.

Un grand nombre d'installations de ce genre ont été faites. Il serait trop long de les énumérer toutes, mais il est intéressant d'en signaler au moins quelques-unes.

Dans les ateliers du chemin de fer du Nord, M. Bricogne a fait l'application de ventilateurs aspirants à des batteries de meules d'émeri, ainsi qu'à l'ensemble des machines-outils d'un atelier de menuiserie. Dans les ateliers du chemin de fer P. L. M., on a installé un dispositif analogue pour une meule d'émeri qui servait à dresser des briques réfractaires. Le battage des tapis, dans les grands magasins du Louvre, se fait en vase clos, avec une énergique ventilation aspirante, installée par les soins de M. Honoré. Enfin, une installation modèle a été réalisée dans la grande faïencerie Utzschneider et Cie, à Digoin, par l'initiative intelligente du directeur de l'usine, M. de Jubécourt. Les résultats obtenus ont été excellents.

Enfin, on ne saurait passer sous silence les essais entrepris pour la précipitation des poussières, même ténues, par la vapeur d'eau. Dans la fabrique de céruse de M. Expert-Besançon, rue du Château-des-Rentiers, à Paris, cette méthode est appliquée depuis quatre ans avec un succès complet.

Mais, dans bien des cas, l'aspiration des poussières n'est pas organisée, soit qu'il y ait impossibilité matérielle de le faire, soit pour toute autre cause.

Il devient alors nécessaire d'employer des précautions individuelles pour soustraire les ouvriers à l'absorption des poussières.

Ces moyens consistent dans l'emploi de *masques-respirateurs* contre les poussières.

Jusqu'ici, dans la pratique générale des ateliers, à de rares exceptions près, l'emploi des masques contre les poussières ne s'est pas répandu. Le plus habituellement, lorsque le dégagement des poussières est trop abondant et incommode par trop les ouvriers, ceux-ci se contentent d'attacher leur mouchoir devant la bouche et le nez, et cette sorte de bâillon, très gênant pour eux, est la seule mesure de précaution qu'ils prennent.

On a employé quelquefois aussi une éponge humide, appliquée sur la bouche et le nez, et attachée au cou de l'ouvrier par un cordonnet de caoutchouc. Lorsque cette éponge est trop chargée de poussières, il suffit de la laver dans un seau d'eau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un grand nombre de types de masques-respirateurs ont été proposés.

Je citerai seulement, pour mémoire, ceux de Layet de Henrot, d'Appert. Ce dernier est un masque à éponge, avec une enveloppe en zinc formant chambre à air et un bourrelet de caoutchouc destiné à s'appliquer sur le visage.

L'emploi de tous ces appareils ne s'est pas répandu parce que la plupart sont incommodes à porter un peu longtemps, qu'ils échauffent le visage et gênent la respiration. De plus, ils n'interceptent pas d'une façon absolue l'arrivée des poussières au nez et à la bouche, parce qu'ils ne s'appliquent pas d'une manière parfaite sur le visage. C'est là un résultat très difficile à obtenir, en raison de la diversité des lignes et des dimensions du visage humain. Nous verrons cependant, tout à l'heure, que ce problème a été résolu par un inventeur; mais pour les types de masques dont je viens de parler, il faudrait, pour ainsi dire, en vue d'une adaption parfaite, mouler chacun d'eux sur le visage auquel il est destiné.

C'est là une mesure peu pratique. Elle a été cependant appliquée, il y a dix huit mois, dans la fonderie de M. Piat, à Soissons, pour deux ouvriers employés à la sablerie. Mais cette manière de faire ne peut être qu'exceptionnelle.

Il y avait donc intérêt à provoquer la création d'un type de masque-respirateur contre les poussières qui fût, à la fois, efficace au point de vue de l'interception des poussières et assez pratique pour que les ouvriers acceptassent d'en faire usage.

L'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, qui avait ouvert, en 1892, avec succès, un concours public pour la création d'un bon type de lunettes d'atelier, a eu la pensée d'en ouvrir un second, en 1893, pour la création d'un bon type de masque-respirateur contre les poussières.

Ce concours s'est terminé le 30 novembre 1893. Les conditions imposées aux concurrents étaient les suivantes :

Extrait du programme du concours. Ce masque-respirateur devra remplir les conditions suivantes :

1° Protéger efficacement la bouche et le nez de l'ouvrier contre l'absorption des poussières;

2° Ne pas être fragile, tout en étant léger, d'un port aisé et commode;

3° Être d'un prix peu élevé, d'un nettoyage et d'un entretien faciles;

4° Ne pas gêner la respiration et ne pas échauffer le visage.

Une commission spéciale, qui comprenait plusieurs membres du Conseil de la Société d'Encouragement, MM. Léon Appert, Cheysson, Gruner, Simon, était chargée de l'examen et du classement des types proposés.

20 concurrents, appartenant à plusieurs pays d'Europe, ont répondu à l'appel qui leur était adressé.

La commission d'examen, afin de porter un jugement aussi éclairé que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

possible, a décidé d'ajouter à ses observations et à des appréciations personnelles les indications de la pratique. Elle a mis en essai dans différents ateliers ceux des types proposés qui paraissaient répondre le mieux aux conditions du programme. Cet essai a duré une quinzaine de jours; les masques ont été portés par différents ouvriers et les observations de ceux-ci ont été recueillies. Je n'examinerai pas ici tous les types soumis au concours; je ne m'arrêterai qu'à ceux qui ont été récompensés par l'Association des Industriels de France et qui sont au nombre de 4.

L'un d'eux a obtenu le prix et les trois autres des mentions honorables.

Masque de MM. Simmelbauer et Cie.

MM. K. P. Simmelbauer et Cie. de Montigny-les-Metz (Alsace-Lorraine), qui ont obtenu en 1893 le premier prix dans le concours de lunettes d'atelier ouvert par l'Association, ont envoyé deux types de masques-respirateurs, l'un en caoutchouc, l'autre en aluminium.

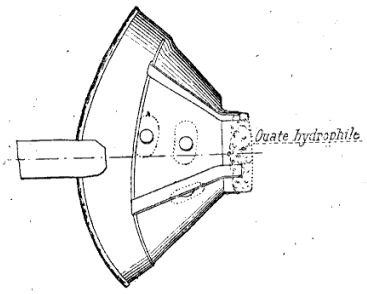


Fig. 1. — Masque en caoutchouc de MM. Simmelbauer et Cie.

1° *Types en caoutchouc.* — Ce masque est destiné à protéger la bouche et le nez. Il se compose (fig. 1) d'une feuille très mince de caoutchouc simplement posée sur une ossature métallique flexible formée de cinq petites lames de tôle. Ces cinq lames sont soudées, à leur partie antérieure, à une virole cylindrique en tôle, fermée en avant par un grillage métallique. Derrière ce grillage une mince couche de ouate hydrophile sert de filtre à l'air chargé de poussière.

L'inspiration se fait à travers cette couche de ouate. Quant à l'expiration, elle se fait par de petites soupapes placées sur la feuille de caoutchouc et qui se composent simplement d'une ouverture circulaire percée dans cette feuille et recouverte d'une petite lamelle de caoutchouc, collée à ses deux extrémités et qui peut se soulever en son milieu pour livrer passage à l'air expiré.

Il y a donc deux orifices distincts pour l'aspiration et pour l'évacuation de l'air.

Dans l'un des exemplaires de masque en caoutchouc, les cinq lames de tôle sont libres à leur extrémité postérieure, disposition mauvaise, parce que, d'une part, les extrémités flottantes de ces lames blessent le visage et que, d'autre part, l'adaptation du masque sur le visage n'est pas bonne. Dans l'autre type, elles sont réunies postérieurement par un petil fil de fer, très flexible, qui peut épouser facilement le contour du visage et assurer ainsi, surtout avec l'aide de la mince feuille de caoutchouc, une fermeture plus complète.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil se fixe par une petite lanière de caoutchouc attachée au masque et qui serre la tête en passant au-dessus des oreilles.

Il est d'ailleurs assez léger, les deux exemplaires soumis au concours pesaient 17 et 23 grammes. Leur prix est respectivement de 4 fr. 25 et de 5 francs pièce.

2° *Type en aluminium.* — Ce masque présente la même forme générale que le précédent (fig. 2). Le filtre est toujours formé par une couche de coton hydrophile placée dans une petite bague en tole, derrière un grillage métallique. Le corps du masque est en aluminium et porte latéralement des ouvertnres circulaires fermées par de petites lamelles de caoutchouc formant soupapes d'expiration et dont la manœuvre n'exige qu'un effort insignifiant. La base par laquelle

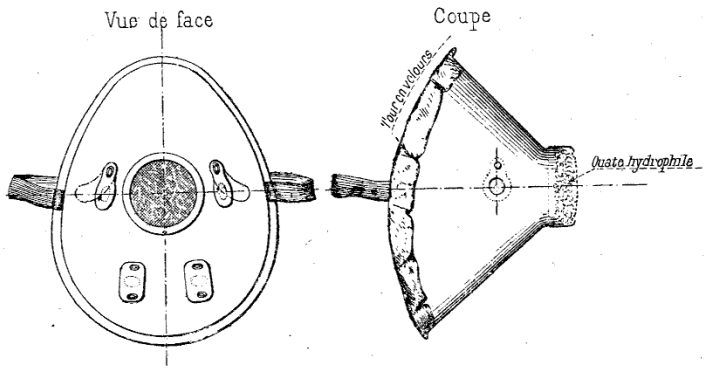


Fig. 2. — Masque en aluminium de MM. Simmelbauer et Cie.

ce masque doit s'appliquer sur le visage est bordée d'une petite bande de peluche afin d'adoucir le contact.

Deux exemplaires de grandeurs différentes, de ce type en aluminium, pesaient respectivement 22 et 31 grammes. Leurs prix sont les mêmes que ceux du type précédent : 4 fr. 25 et 5 francs pièce.

Ces masques, mis en essai, ont donné d'assez bons résultats. Le masque en aluminium est léger et d'un port commode ; cependant la forme trop simple du contour ne donne pas une adaptation suffisante sur le visage et permet l'introduction de poussières. Il conviendrait de modifier le profil de la base et peut-être aussi d'augmenter le nombre des clapets d'expiration.

Le masque en caoutchouc offre l'inconvénient d'une légère condensation de vapeur d'eau à l'intérieur, lorsqu'on l'a porté quelque temps.

Masque Détourbe.

De tous les types qui ont participé au concours, le masque du Dr Détourbe est celui qui a été le plus scientifiquement étudié au point de vue de l'adaptation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parfaite sur le visage. Le contour qui a été donné à sa ligne d'application résulte d'une étude approfondie et comparative des lignes de la figure humaine.

La forme générale de ce masque est celle d'une pyramide triangulaire dont le sommet, dirigé en avant, porte le filtre d'air (fig. 3 et 4). La grande base de la pyramide est appliquée sur la face.

La chambre d'air, assez grande, est munie d'une soupape pour l'évacuation de l'air expiré.

Examinons successivement les diverses parties de l'appareil.

1° *Charpente.* — L'appareil est tout entier en aluminium avec un revêtement de caoutchouc.

La charpente est formée de huit tiges métalliques, fixées en avant à une virole cylindrique de 28 millimètres de diamètre.

L'ensemble des tiges et de la virole est découpé d'une seule pièce dans une plaque d'aluminium et reformé sur mandrin, avec une seule soudure.

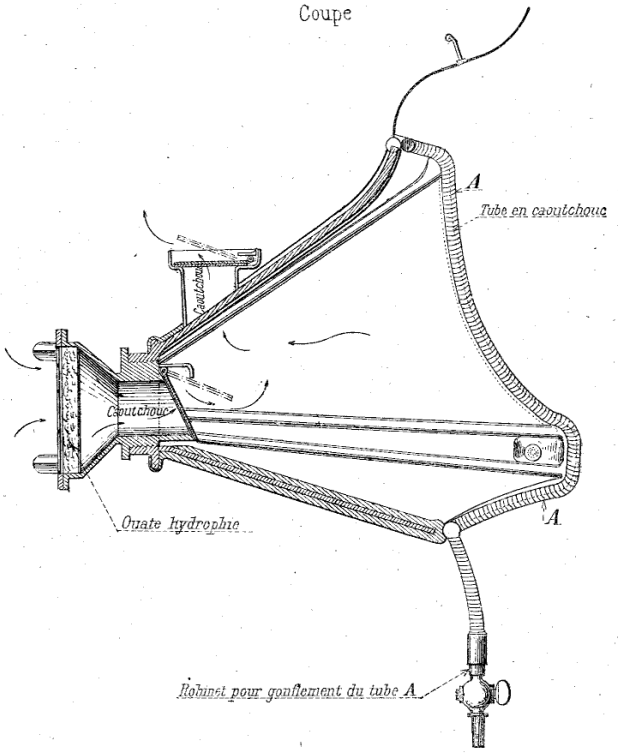


Fig. 3. — Masque du Dr Détourbe. Coupe.

De ces huit tiges, deux, la plus haute et la plus basse, sont placées dans le plan vertical médian de la face : la tige supérieure part du milieu de la courbe nasa-maxillo-frontale et va se fixer au sommet du masque en suivant une ligne inclinée de 40° au-dessous de l'horizontale. La tige inférieure part du milieu de la courbe sous-labiale; elle est inclinée de 15° au-dessus de l'horizontale.

Les intervalles compris entre les tiges métalliques, la base de la pyramide et la virole du sommet, sont recouverts par une lame de caoutchouc de 1 millimètre d'épaisseur, qui se dédouble au niveau des tiges, les recouvrant totalement, ainsi que la partie postérieure de la virole. L'armature métallique lui sert donc de support.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Ligne d'application sur le visage.* — Le profil de la ligne d'application est assez complexe et cette complexité est nécessaire pour établir une bonne adaptation au visage.

A la partie supérieure, il présente la courbe naso-maxillo-frontale. Elle est horizontale et décrit une demi-circonférence. Viennent ensuite, à droite et à gauche, les courbes latérales. Elles regardent en arrière, un peu en haut et en dehors et présentent une légère concavité en dedans. Deux petits bords droits, dirigés verticalement, leur font suite et regagnent la courbe sous-labiale, qui achève inférieurement le profil.

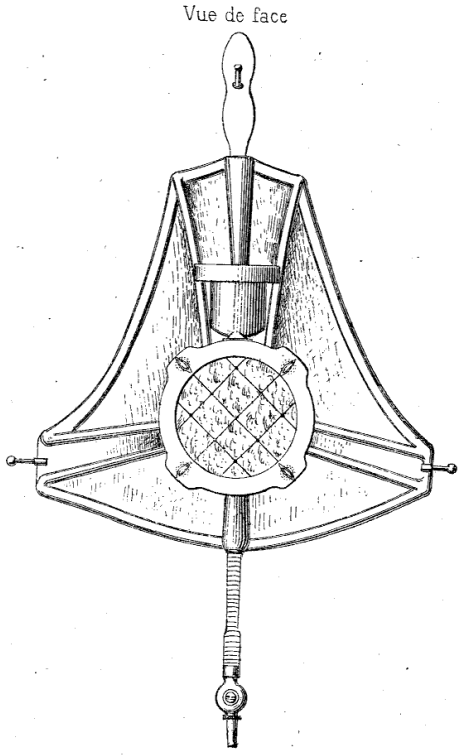


Fig. 4. — Masque du Dr Détourbe. Vue de face.

Cette courbe décrit un peu moins d'un demi-cercle et son plan est relevé de 15° sur l'horizontale.

Tout le contour de la base est garni d'un tube creux en caoutchouc, rempli d'air qui assure l'application hermétique et dont la position aux différents points a été étudiée dans ce but.

Le masque est prévu de plusieurs grandeurs différentes. Dans chacun de ces types la ligne fronto-mentonnière qui va du milieu de la courbe naso-maxillo-frontale au milieu de la courbe sous-labiale, peut varier de 15 millimètres. Les dimensions prévues pour cette ligne quant aux trois types qui seraient surtout appliqués dans les ateliers sont les suivantes :

	LONGUEUR MINIMA. millim.	MOYENNE. millim.	MAXIMA. millim.
Type n° 1	76	82 1/2	90
Type n° 2	90	97	105
Type n° 3	105	112	120

3° Soupape d'inspiration et filtre. — Dans la virole du sommet se fixe un cylindre dont la paroi postérieure est taillée en bec de flûte et qui porte la soupape d'aspiration. Cette soupape est formée d'une mince lame d'aluminium recouverte sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la face antérieure d'une lamelle de caoutchouc. L'amplitude de son mouvement est limitée par une petite cheville d'arrêt.

Dans le modèle de concours, la fixation du cylindre porte-soupape dans la virole au sommet est faite au moyen d'un pas de vis. Mais dans la construction définitive ce pas de vis doit être supprimé et remplacé par un emmanchement à baïonnette.

A la partie avant de ce cylindre porte-soupape, vient se fixer, au moyen d'un pas de vis, le filtre proprement dit. Il est constitué par un tronc de cône dont la grande base est dirigée vers l'extérieur et porte une cloison fixe en treillis métallique à larges mailles.

Une cloison mobile identique maintenue par quatre petits boulons lui est superposée. Entre ces deux cloisons se trouve la couche de ouate hydrophile qui forme la matière filtrante.

Dans la disposition définitive, le cylindre porte-soupape et le filtre, au lieu d'être séparés, doivent être d'une seule pièce. Tous les pas de vis seront ainsi supprimés.

4° Soupape d'expiration. — Elle est placée sur la chambre d'air entre la base du masque et la virole du sommet. Elle est formée comme la soupape d'inspiration, d'un petit disque en aluminium, articulé à charnière et recouvert d'une mince feuille de caoutchouc. Une petite cheville d'arrêt limite aussi l'amplitude de son mouvement.

5° Mode d'attaches. — L'attache se fait par deux rubans de caoutchouc, un ruban frontal et un ruban inférieur.

Au milieu de la courbe naso-maxillo-frontale et dans l'axe du visage se trouve fixée une petite lame de ressort, coudée à son tiers inférieur de manière à former en ce point une saillie en avant, tandis que l'extrémité supérieure tend à s'appliquer sur le front. Vers le milieu du tiers moyen se trouve une cheville à laquelle s'attachent les deux extrémités du ruban frontal.

Quant au ruban inférieur, ses deux extrémités se fixent à deux petites chevilles analogues placées au milieu des bords droits.

Des deux types envoyés qui représentent deux grandeurs différentes, l'un pèse 109 grammes et l'autre 127 grammes.

L'inventeur estime que le prix moyen pourrait être abaissé à 9 francs environ.

Ce masque occupe le premier rang, parmi tous ceux qui ont participé au concours, au point de vue de la manière dont il peut s'adapter sur le visage. Il remplit la condition d'interception absolue des poussières. Mais la pratique a révélé un inconvénient considérable qui ne permet pas de l'employer utilement dans les ateliers d'une façon prolongée. Au bout d'un temps assez court, une demi-heure environ, il échauffe considérablement le visage et produit une congestion de la face ; la respiration de l'ouvrier est gênée, et lorsqu'il retire son masque, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parois intérieures sont très humides, résultat de la condensation de la vapeur d'eau expirée.

Le mode d'attache n'est pas facile et nécessite presque le secours d'une autre personne ou l'emploi d'une glace. Enfin, le port de l'appareil n'est pas commode, à cause de la grande saillie sur le visage. Il peut heurter les objets environnants et son propre poids exerce sur les élastiques d'attache une traction gênante pour l'ouvrier.

Masque Louis Salomon

Le Dr Louis Salomon, médecin de deux filatures de chanvre, dans la Sarthe,

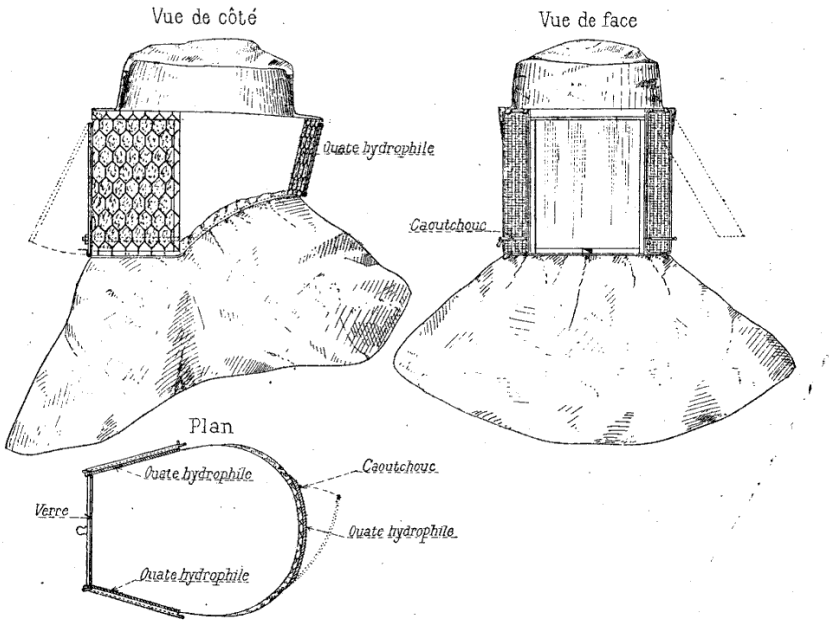


Fig. 5. — Masque du Dr Louis Salomon.

a créé ce type de masque spécialement pour les peigneurs de chanvre. Il enveloppe toute la tête et de se compose (fig. 5) :

1° D'une calotte servant de coiffure à l'ouvrier et en même temps supportant tout l'appareil ;

2° En avant, une ouverture rectangulaire, à grand diamètre vertical, bordée d'un châssis métallique avec charnière supérieure soutenant un cadre vitré qui s'ouvre de bas en haut et assure un éclairage suffisant. Par sa mobilité et sa facilité d'ouverture, il permet à l'ouvrier de se moucher, de s'essuyer et de cracher ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Latéralement et en avant, deux larges ouvertures rectangulaires formées chacune par deux toiles métalliques superposées, l'extérieure, mobile, à petites mailles. Une couche de ouate, facile à renouveler, est interposée entre ces deux toiles métalliques. A la partie postérieure supérieure du masque se trouve une ouverture semblable, formée des mêmes éléments. C'est dans ces ouvertures que se filtre l'air qui pénètre l'intérieur de l'appareil.

Toutes ces parties sont réunies par un squelette métallique et forment autour de la tête une chambre d'air, complétée par une étoffe imperméable qui comble tous les vides laissés entre les pièces de l'appareil et recouvre le cou et la partie supérieure du thorax.

Pour les peigneurs de chanvre auxquels ce masque est spécialement destiné, il est nécessaire, en effet, d'envelopper la tête tout entière, à cause de l'action funeste que le chanvre exerce, non seulement sur les organes respiratoires, mais encore sur les oreilles, les yeux et le cuir chevelu.

Avec le masque du Dr Salomon toutes ces parties du corps sont soustraites à l'influence nocive des poussières.

Le grand châssis vitré assure un éclairage suffisant. Il y a autour de la tête une chambre d'air facilitant la respiration, et l'ouverture supérieure postérieure peut établir, avec les ouvertures latérales, un courant d'air, une sorte de tirage amenant le renouvellement de l'air.

Grâce à la mobilité du châssis vitré, l'ouvrier peut facilement se moucher et cracher, commodité importante pour lui.

Le poids moyen de l'appareil est d'environ 500 grammes. Ce poids s'explique par la nécessité d'envelopper toute la tête. Cette exigence conduit à donner au masque une forme et un volume qui ne rendent son emploi pratique que dans des cas particuliers, comme celui dont il s'agit. Les essais qui ont été faits ont donné de bons résultats et le Dr Salomon a pu faire porter son masque par un grand nombre de peigneurs de chanvre qui s'en sont fort bien trouvés. Il y a là une application réellement intéressante et qui a parut mériter de fixer l'attention.

Masque Détroye.

M. Détroye, médecin-vétérinaire de la ville de Limoges, a présenté un respirateur divisé en deux parties, l'une pour le nez, l'autre pour la bouche.

A la suite de recherches sur l'action nocive des poussières des fabriques de porcelaine, M. Détroye fut amené à construire d'abord un respirateur purement nasal, les ouvriers lui ayant déclaré qu'ils avaient besoin d'avoir la bouche libre pour souffler sur leurs pièces. Il en résulte l'obligation, lorsqu'on ne souffle pas, de tenir la bouche fermée, ce qui n'est pas toujours possible, dans certains cas, par exemple dans le cas de rhume de cerveau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Respirateur nasal. — Le respirateur nasal se compose (fig. 6) d'un logement destiné à emboîter le nez. La partie inférieure de ce logement est horizontale et formée par deux grillages métalliques superposés entre lesquels se trouve placée une couche de coton hydrophile. Le grillage inférieur est à charnière, afin de pouvoir changer le coton à volonté ; il est maintenu par un crochet. Le reste du logement est en tôle pleine. Tôle et grillage sont prévus par l'auteur en aluminium, bien que le modèle qu'il a envoyé soit exécuté en métal blanc. Une bordure en caoutchouc pneumatique permet une application plus douce et plus complète sur le visage.

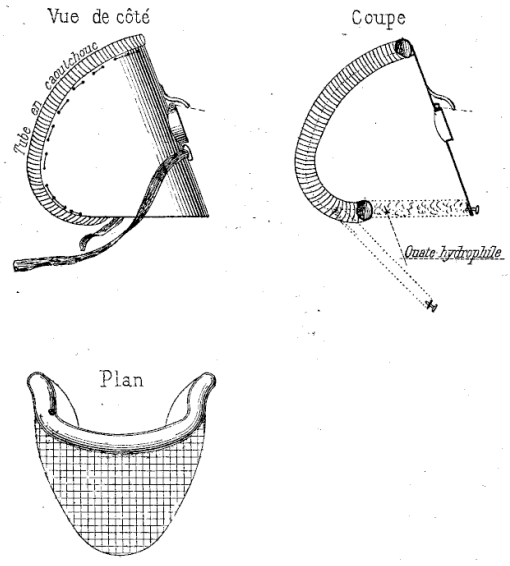


Fig. 6. — Masque Détroye. Respirateur nasal.

Sur la paroi d'avant du respirateur est disposée une petite soupape à charnière pour l'évacuation de l'air expiré. Un cordonnet en caoutchouc permet la fixation du masque.

L'appareil est prévu en plusieurs types de grandeurs différentes, afin de s'appliquer aux divers visages.

Quant aux prix, M. Détroye estime qu'il atteindrait à peine 3 francs. Le poids est de 15 grammes environ.

Respirateur buccal. — Le respirateur buccal (fig. 7) est basé exactement sur les mêmes principes : deux grillages métalliques sont fixés à deux cadres articulés à charnière et laissent entre eux un vide occupé par du coton hydrophile. La forme générale est celle d'un rectangle à bords arrondis et présentant la courbure nécessaire pour s'appliquer sur le contour de la bouche, avec interposition d'une garniture en caoutchouc pneumatique. Cadres et grillages sont prévus en aluminium. Une goupille rend les deux cadres solidaires. En enlevant cette goupille, les cadres se séparent en pivotant autour de leur charnière commune et l'on peut changer le coton, interposé entre eux.

M. Détroye pense qu'il est préférable de ne pas réunir le protecteur buccal et le protecteur nasal. Il considère le premier comme moins important, ne devant être employé que par intermittence, et c'est pourquoi il ne l'a pas muni d'une soupape d'évacuation d'air. Il croit que beaucoup d'ouvriers préféreront s'abstenir d'ouvrir la bouche plutôt que de la revêtir de l'appareil protecteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids total des deux respirateurs, en aluminium, est évalué par l'auteur à 25 grammes environ. Il estime aussi que les moyens actuels de fermeture des grillages, par goupille ou crochet, pourraient être avantageusement modifiés et que le prix de revient total serait de 4 francs au maximum, pour les deux parties du masque.

Cet appareil, mis en essai dans les ateliers, a donné de bons résultats et a été fort bien accueilli par les ouvriers. Comme il est en deux pièces, le problème de l'adaptation sur le visage se trouve beaucoup simplifié. Le protecteur buccal s'applique d'une manière suffisante, grâce à sa garniture pneumatique et convient

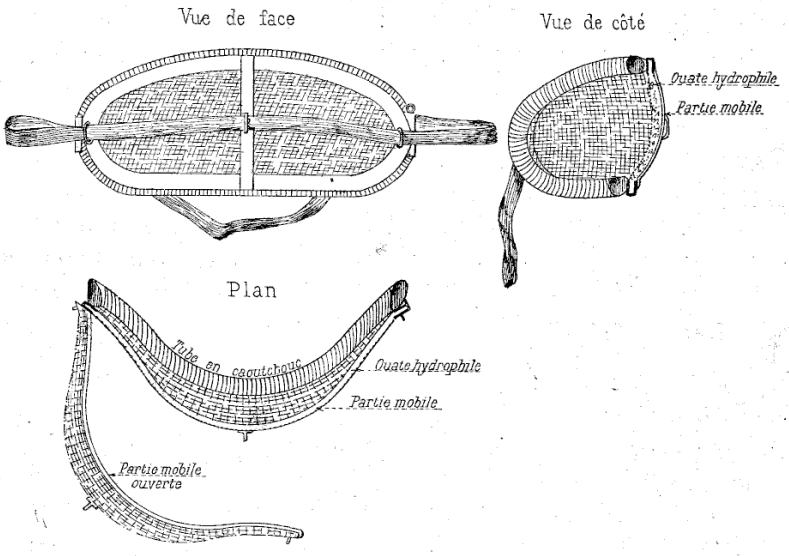


Fig. 7. — Masque Détroye. Respirateur buccal.

aussi bien aux ouvriers qui portent la barbe qu'à ceux qui n'en ont pas Quant au protecteur nasal, son adaptation est moins bonne et il conviendrait de lui donner la forme si bien étudiée de la partie supérieure du masque Détourbe. Dans les essais qui ont été faits, on a également ajouté avec succès un petit taquet d'arrêt pour empêcher la soupape d'expiration de se coller contre la paroi extérieure.

L'appareil est d'un port commode et facile. Il ne gêne en aucune façon les ouvriers. Dans les expériences faites sur lui, un ouvrier a pu travailler avec ce masque quatre heures et demie pendant la matinée et cinq heures et demie l'après-midi, sans éprouver le besoin de le retirer. Un ouvrier cardeur de crin, à qui on l'a fait porter pendant onze jours, a demandé qu'on le lui laissât, déclarant qu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se portait beaucoup mieux depuis qu'il en faisait usage et qu'il avait recouvré le sommeil.

C'est donc un appareil efficace et qui donne de bons résultats. Il conviendrait, pour la perfectionner, de lui apporter les améliorations que nous avons indiquées tout à l'heure pour le protecteur nasal.

En résumé, parmi les divers types de masques-respirateurs qui ont pris part au concours, le masque du Dr Détourbe est celui qui résout le mieux le problème de l'adaptation sur le visage et de l'interception des poussières. La ligne de contact avec le visage a été étudiée avec un très grand soin, et d'une manière scientifique, au moyen de nombreuses observations. On peut considérer cette ligne comme un résultat à généraliser et il faut savoir gré au Dr Détourbe d'avoir résolu cette partie du problème.

ARTS MÉCANIQUES.

DISTRIBUTION DE LA FORCE MOTRICE A LIVERPOOL PAR M. JOSEPH PARRY

La ville de Liverpool se trouve dans des conditions particulièrement favorables à l'établissement d'un système de distribution de la force motrice, car les entrepôts considérables qui servent à emmagasiner les marchandises sont groupés dans un espace limité et bien défini et donnent sur des rues entièrement consacrées au commerce. On se fera une idée de la force nécessaire pour assurer le service de ce port en remarquant que le poids total des marchandises d'importation et d'exportation dépasse 14 210 000 tonnes par an et que 750 000 tonnes peuvent être emmagasinées à la fois dans les entrepôts. Le travail considérable dépensé dans cette activité commerciale est essentiellement intermittent, il se produit lors de l'arrivée des navires suivant le genre de marchandise à livrer, de sorte qu'en fait les machines fonctionnent rarement d'une manière continue pendant un jour entier.

Les machines hydrauliques introduites par lord Armstrong en 1847 eurent d'abord peu de succès, et, en 1877, on n'en comptait guère que 89. Depuis cette époque, les docks de la Mersey et l'administration du Port ont inauguré un système d'appareils à haute pression et leur matériel considérable et très puissant s'étend actuellement sur toute la ligne des docks.

Les machines qui fonctionnent par la pression directe de l'eau des conduites du réseau urbain sont au nombre de 162. Le tableau suivant donne la classifi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cation de ces machines et la consommation d'eau, dans chaque cas, pendant l'année 1890 :

Nombre.	Usage.	Consommation d'eau en 1890 litres.
25	soufflets d'orgue	22 097 152
10	ascenseurs pour voyageurs	97 838 048
114	monte-charge	440 198 528
7	ventilateurs, etc	6 142 136
3	manœuvre des rideaux de théâtre	1 453 760
3	coiffeurs	2 871 176

La pression de l'eau dans les conduites varie, dans la zône des entrepôts, entre $3^{kil.}5$ et 5^{kil} 6 par centimètre carré. Sur la ligne des docks la pression descend rarement au-dessous de $5^{kil.}25$ par centimètre carré. C'est une excellente condition pour le transport de la force, cependant, bien qu'on ait abaissé le prix de l'eau à dépenser pour cet usage spécial, les entrepôts voisins des docks ne s'en sont pas servi. La presque totalité des 114 monte-charges mentionnés au tableau précédent se trouvent dans les Magasins généraux et entrepôts de l'État, à une certaine distance des docks et à un niveau plus élevé. Le mouvement des marchandises se fait en général à Liverpool à l'aide de machines à vapeur. Il existe en outre 650 moteurs à gaz et quelques machines à air comprimé dont le fonctionnement est encore à l'étude.

La dépense d'un ascenseur actionné par l'eau des conduites est de 325 francs par an, soit en moyenne 1 franc par journée de travail. Sous une pression effective de $4^{kil.}20$ par centimètre carré convenablement utilisée, et au prix de 0 fr. 155 les 1000 litres d'eau, le prix d'une tonne élevée à 15 mètres est de 0 fr. 096, soit environ 1 fr. 40 par cheval et par heure. Beaucoup d'indnstriels pourraient en outre se servir de l'eau ainsi dépensée pour l'alimentation de leurs chaudières ou pour d'autres usages industriels. Cette pratique n'est suivie qu'à la gare de la Bourse où la Compagnie des chemins de fer du Lancashire et du Yorkshire utilise l'eau qui actionne ses deux ascenseurs à l'alimentation des locomotives et au service général de la gare.

Le tableau n° 1 est relatif au fonctionnement pendant une journée de trois monte-charges A, B, C, installés dans un dépôt de comestibles et actionnés par l'eau des conduites du réseau urbain.

Tableau n° I.

	A	B	C
Poids total des marchandises (tonnes)	25	4,8	3,5
Nombre des voyages	197	37	18
Poids moyen par voyage (kilos)	127	129	196
Hauteur moyenne (mètres)	0,30 à 7,30	0,60 à 10,70	1,20 à 6,10
Vitesse moyenne (mètres par seconde)	6,30	7,60	6,00
Travail total (tonne-mètres)	52,02	33,67	12,15
Prix total de l'eau (francs)	3,00	1,54	0,49
Prix de l'eau par tonne-mètre (centimes)	5,77	4,58	4,04

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les observations mentionnées dans le tableau n° 2 ont été faites dans divers entrepôts et se rapportent à trois monte-charges D, E, F fonctionnant à basse pression.

Tableau n° II.

	D	E	F
Prix total des marchandises (kilos.)	7312	6398	5484
Nombre des voyages	24	9	27
Hauteur (mètres)	7,92	4,72	8,08
Durée des voyages (minutes)	23	35	35
Pression de l'eau (kilos par c. q.)	5,34	5,27	5,27
Consommation d'eau (litres)	4361	7550	5678
Prix par tonne élevée à 10 mètres. (francs)	0,115	0,384	0,197

Dans l'emploi de l'eau comme force motrice il faut tenir compte des variations de pression qui se produisent dans les conduites. Ce système est économique lorsque le fonctionnement du moteur est intermittent et lorsque les charges ne sont pas trop fortes; et il est particulièrement avantageux à Liverpool à cause du bon marché de l'eau et de sa pression considérable. Les dépenses d'installation sont peu élevées et les frais de marche cessent en même temps que le travail. La mise en œuvre n'exige pas un mécanicien exercé, car la manœuvre des soupapes est simple et en grande partie automatique. Enfin, il n'y a pas de danger d'incendie.

Ces monte-charge n'ont pas de contrepoids, aussi faut-il ajouter le poids de la plateforme et de la tige à celui des marchandises si l'on veut avoir le poids total soulevé par la pression de l'eau. Les moteurs hydrauliques installés à Liverpool ne sont pas disposés de manière à permettre de faire varier le volume d'eau dépensé suivant le poids de la charge.

Moteurs à vapeurs.

Dans le quartier des Entrepôts le travail se fait en grande partie à l'aide de moteurs à vapeur. Les entrepôts forment des groupes, et chacun de ces groupes appartient à un même propriétaire; on a profité de cette disposition en installant une machine à vapeur centrale reliée aux monte-charge par des arbres de couche. Ce système a l'avantage de réduire le nombre des mécaniciens; cependant lorsque l'on n'a à desservir que deux magasins la dépense est plus grande que celle des moteurs à gaz ou à eau.

Le tableau n° 4 (page 615) donne deux exemples de moteurs à vapeur établis dans ces conditions. Le moteur G et sa chaudière sont à l'étage le plus élevé de l'entrepôt; c'est une machine horizontale, le diamètre du cylindre est de $0^{m},30$, la course du piston est de $0^{m},23$, la vitesse est de 60 tours par minute. La chaudière tubulaire fournit la vapeur à la pression de $4^{kil},22$ par centimètre carré.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les chiffres suivants donnent l'évaluation de la dépense annuelle; le prix approximatif par cheval vapeur est de 0 fr. 062 par heure :

	fr. c.
Combustible	1 000,00
Huile	182,50
Eau	142,50
Gages du mécanicien	1 950,00
Réparations	100,00
TOTAL	3 375,00

Dans l'exemple H, la machine a un cylindre de $0^{m},267$ de diamètre, la course du piston est de $0^{m},533$, la vitesse est de 90 tours par minute; la chaudière est verticale et la vapeur est à la pression de $3^{kil}.16$. Le prix approximatif du cheval vapeur est de 0 fr. 10 par heure. Les dépenses annuelles sont les suivantes :

	fr. c.
Combustible	1 133,35
Huile	141,65
Eau	125,00
Gages du mécanicien	1 950,00
TOTAL	3 350,00

L'exemple N (tableau n° 5, page 615) est relatif à un groupe de cinq magasins; l'un d'eux a deux monte-charge, les autres en ont chacun un : ils sont tous les six actionnés par un moteur horizontal installé dans les combles du magasin central. Le cylindre unique a $0^{m},23$ de diamètre avec une course de piston de $0^{m},40$. La vitesse est de 120 tours par minute. La chaudière est verticale et la pression de la vapeur est de $2^{kil}.82$. Le poids moyen des marchandises élevées est de 300 kilos par monte-charge.

Dépenses annuelles.	fr. c.
Combustible	950,00
Huile	137,50
Eau	81,25
Gages du mécanicien	1 950,00
Réparations	112,50
TOTAL	3 231,25

Le prix du cheval vapeur a été de 0 fr. 127; le nombre des voyages s'est élevé à 69 925 pendant l'année, et le travail total a été de 139 400 tonne-mètres. Exemple du mouvement d'une journée : 1 000 ballots élevés à une hauteur moyenne de 11 mètres; poids moyen d'un ballot 280 kilos; poids total 280 tonnes.

L'exemple O se rapporte à un groupe de trois magasins de six étages ayant chacun un monte-charge. Le moteur est établi au rez-de-chaussée, il actionne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un arbre de couche horizontal situé dans les combles par l'intermédiaire d'engrenages et d'un autre arbre vertical de 21m,34. Cette machine est horizontale, son cylindre a 0m,20 de diamètre, la course du piston est de 0m,41, la pression de la vapeur est de 2kil.81. Les dépenses annuelles sont :

	fr. c.
Charbon	536,85
Eau et huile	104,05
Salaires du mécanicien	650,00
Réparations	137,50
TOTAL	1428,40

Prix par cheval vapeur et par heure, 0 fr. 074. Nombre des voyages accomplis pendant l'année, 20350. Travail total en tonne-mètres, 46760.

Dans l'exemple P on remarque deux groupes de magasins à cinq étages séparés par un espace libre de 6m,10; chacun de ces groupes comporte deux monte-charge qui sont actionnés tous les quatre par un moteur unique établi dans les combles, un arbre horizontal traverse l'espace qui sépare les deux groupes de magasins; le diamètre du cylindre est de 0m,285, la course du piston de 0m,61, la vitesse de 90 tours par minute; la marche est en général continue pendant toute la durée du service; la pression de la vapeur est de 2kil.85; la charge moyenne des monte-charge est de 400 kilos. Les dépenses annuelles sont :

	fr. c.
Charbon	637,50
Huile	117,50
Eau	70,80
Salaires	1950,00
Réparations	150,00
TOTAL	2925,80

Dépense par cheval vapeur et par heure, 0 fr. 059; nombre des voyages pendant l'année, 18524. Travail total en tonne-mètres, 45756.

Moteurs à gaz.

Le tableau n° 4 (page 615) donne deux exemples J et K de dépenses relatives à l'emploi des moteurs à gaz.

Un autre exemple Q figure au tableau n° 5 (page 615), il se rapporte à quatre magasins de six étages formant un groupe et comprenant chacun un monte-charge. Charge moyenne, 400 kilos. Moteur Crossley de 8 chevaux situé dans les combles, en service depuis 7 ans, dépenses annuelles :

	fr. c.
Gaz	500,00
Huile, etc.	125,00
Salaires	520,00
Réparations	87,50
TOTAL	1232,50

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nombre total des voyages pendant l'année, 26 236. Travail total, 67 588 tonne-mètres.

Le tableau n° 6 donne le résultat d'observations faites pendant trois jours sur le fonctionnement de deux moteurs à gaz R et S de 8 chevaux. Au cours de ses observations, l'auteur s'est aperçu que les mécaniciens avaient l'habitude de laisser les machines en marche pendant toute la journée au lieu de prendre la peine de les arrêter et de les remettre en marche suivant les besoins du service.

Les deux exemples T et U qui suivent sont donnés pour servir de termes de comparaison avec les résultats consignés dans le tableau.

Exemple T. 31 738 kilos de marchandises ont été élevés à la hauteur de 9 mètres en une heure trois quarts avec une vitesse moyenne de $0^{m},60$ par seconde. Consommation de gaz : 5^{mc}, 663. Prix de la tonne élevée à 10 mètres : 0 fr. 022; soit 0 fr. 10 par cheval et par heure.

Exemple U. Ce moteur à gaz d'une force de trois chevaux et quart n'actionne qu'un seul monte-charge qui élève en neuf heures 108 tonnes de marchandises à 12 mètres de hauteur. Consommation de gaz, 29 mètres cubes. Prix de la tonne élevée à 10 mètres : 0 fr. 026.

Exemple X. Une machine à gaz de 8 chevaux sert à amener l'eau dans un accumulateur à l'aide duquel on actionne deux ascenseurs et deux monte-charge. Les ascenseurs élèvent les voyageurs à la hauteur de 17 mètres à la vitesse de $1^{m},12$ par seconde; ils fonctionnent neuf heures par jour et font environ 400 voyages; le poids moyen transporté est de 190 kilos. Les monte-charge parcourent 6 mètres, à la vitesse de $0^{m},50$ par seconde; la charge moyenne est de 400 kilos. Les dépenses se décomposent ainsi :

	fr. c.
Gaz	2 000,00
Huile, etc.	1 250,00
Salaires	1 690,00
Réparations	55,00
TOTAL	4 995,00

Air comprimé.

Le tableau n° 4 donne deux exemples L et M de machines à air comprimé. Dans l'exemple L on voit un cylindre à vapeur et deux cylindres pour la compression de l'air ayant tous les trois $0^{m},30$ de diamètre, la course du piston étant de $0^{m},60$; l'air est à la pression de $3^{kil},16$ lorsque les neuf monte-charge actionnés sont tous en mouvement. La dépense est d'environ 0 fr. 10 par cheval et par heure.

L'exemple M comporte deux cylindres à vapeur de $0^{m},30$ de diamètre, la course du piston étant de $0^{m},56$, ainsi que deux cylindres pour la compression de l'air de $0^{m},355$, la course du piston étant également de $0^{m},56$; la pression de l'air est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 3kil,6 lorsque la machine est en plein fonctionnement. Elle actionne dix-huit ascenseurs. Le prix par cheval et par heure est de 0 fr. 04; la dépense est la suivante :

	fr. c.
Combustibles.	996,25
Huile, etc.	131,25
Eau	125,00
Salaires	1 950,00
Réparations	125,00
TOTAL.	3 327,50

Eau à haute pression.

A côté du réseau urbain de distribution qui fournit l'eau à la pression de 4kil·21, la Compagnie de la Force Hydraulique a installé des conduites d'eau à la pression de 49kil·196. Le tableau n° 3 donne une comparaison à travail égal des prix de l'eau à haute et à basse pression :

Tableau n° III.

CONSOMMATION.	HAUTE PRESSION		BASSE PRESSION DÉPENSE à travail égal à raison de 0 fr. 154 les 1 000 litres.
	PRIX DES 1 000 LITRES.	PRIX TOTAL.	
litres.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
18 172	2,751	50,00	33,95
45 430	1,926	87,50	85,00
113 575	1,596	181,25	212,50
227 150	1,376	312,50	425,30
454 300	1,100	500,00	850,60
681 450	0,935	640,60	1 276,00
908 600	0,858	781,25	1 701,25
1 362 900	0,770	1 062,50	2 552,00
au-dessus	0,682	»	»

Exemple Y. 20 ballots de marchandises pesant ensemble 4 500 kilos sont élevés à la hauteur de 6 mètres en sept minutes et quart avec une vitesse de 1 mètre par seconde. La consommation d'eau correspondante est de 300 litres. La dépense est de 0 fr. 12 par tonne élevée à 10 mètres.

Exemple Z. 339 ballots pesant chacun 230 kilos sont élevés à des hauteurs variant entre 2m,50 et 15 mètres. La consommation d'eau correspondante est de 8700 litres coûtant 0 fr. 15 par tonne élevée à 10 mètres. L'examen des comptes de ce magasin a montré qu'il a été transporté 8542 ballots en six semaines au prix de 0 fr. 024 par ballot.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La pression relativement faible des conduites publiques ne peut servir à actionner économiquement un récepteur exigeant une force un peu considérable. Avec une pression de 49 kilos par centimètre carré, un corps de pompe de $0^m,15$ de diamètre peut donner 100 chevaux. Pour obtenir le même effet avec l'eau de la ville, il faudrait un diamètre d'environ $0^m,55$ au corps de pompe. En résumé, comme on peut le voir dans le tableau précédent, les conduites installées par les municipalités ou les compagnies pour la distribution de l'eau ne peuvent rivaliser avec les canalisations spécialement destinées au transport de la force lorsque ces dernières fournissent l'eau à moins de 1 fr. 376 les 1 000 litres.

En comparant les divers moteurs employés à Liverpool, il est indispensable de se rappeler ce qui a été dit sur le caractère intermittent du travail de ces machines; il faut aussi noter qu'il s'est dépensé souvent une grande quantité de force en pure perte à cause de l'inégalité du volume et du poids des différents colis.

TABLEAU N° IV. — Dépenses relatives au fonctionnement des monte-charge actionnés par la vapeur, le gaz et l'air comprimé.

DÉSIGNATION et nature du moteur.	FORCE EN CHEVAUX.	ANNÉES DE SERVICE DES MACHINES.	MONTE-CHARGE						CAPITAL.	FONCTIONNEMENT		
			Nombre total.	Nombre moyen des monte-charge fonctionnant à la fois.	Poids maximum par monte-charge.	Poids moyen.	Vitesse en Mètres par minute.	Hauteur.		Dépense annuelle totale.	Dépense annuelle par monte-charge.	Dépense par cheval et par heure.
					kilog.	kilog.			fr.	fr.	fr. c.	centimes.
G, vapeur. .	12	4	7	4	400	230	54	17	25 000	3 375	482,50	6,2
H, vapeur. .	8	10	5	3	350	225	47	16,5	15 000	3 350	670	10
J, gaz . . .	8	10	4	3	300	250	36	21	15 000	1 100	275	3,2
K, gaz . . .	3,5	3	1	1	500	200	90 à 22	17,5	3 500	713	713	5,2
L, air comprimé.	»	20	9	6	500	250	75	18	»	4 600	511	10
M, air comprimé.	20	3	18	8	300	250	75	10	67 500	3 325	185	4

TABLEAU N° V. — Comparaison de la dépense relative au fonctionnement des monte-charge mus par la vapeur et par le gaz.

DÉSIGNATION des MAGASINS.	NATURE du MOTEUR.	NOMBRE de MONTE-CHARGE actionnés.	DÉPENSE MOYENNE				DÉPENSE POUR UNE JOURNÉE de travail.	
			annuelle par monte-charge.	par cheval et par heure.	par tonne-mètre.	par voyage.	par tonne-mètre.	par voyage.
			fr. c.	fr. c.	centimes.	centimes.	centimes.	centimes.
N	vapeur.	6	537,60	0,127	2,22	4,43	0,34	1,01
O	vapeur.	3	475,10	0,074	2,93	6,73	0,48	1,29
P	vapeur.	4	731,55	0,059	6,14	15,10	0,53	1,35
Q	gaz.	4	308,10	»	1,75	3,23	0,49	0,96

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° VI. — Données relatives à deux moteurs à gaz, observés pendant trois jours ayant chacun une force de 8 chevaux et actionnant des monte-charge

DÉSIGNATION des magasins DURÉE de l'observation.	HAUTEUR.	CHARGE ÉLEVÉE à chaque étage.	CHARGE ÉLEVÉE TOTAL.	NOMBRE des VOYAGES.	POIDS moyen par VOYAGE.	TRAVAIL TOTAL.	DÉPENSE DE GAZ Dépense totale.	DÉPENSE DE GAZ par heure.	DÉPENSE DE GAZ par tonne mètre.	DÉPENSE DE GAZ par cheval et par heure.	DÉPENSE DE GAZ par voyage.
heures.	mètres.	tonnes.	tonnes.		kilogr.	tonne mèt.	fr. c.	centimes.	centimes.	centimes.	centimes.
R—6. .	15,00	23,2	43,67	200	225	565	3,52	58,6	0,62	7,3	1,76
	9,68	20,47									
R—6 ¼.	15,00	95,64	166,88	720	239	2 457	4,32	69,1	0,19	8,6	0,60
	9,68	40,83									
	12,34	26,08									
	3,05	4,33									
R—5 ½.	12,42	168,76	173,19	775	228	2 191	4,00	72,7	0,18	9,1	0,516
	3,66	4,43									
S—6. .	12,42	10,43	20,86	100	213	208	1,95	32,5	0,93	4,1	1,95
	6,86	10,43									
S—6 ½.	9,63	27,85	27,85	184	157	278	2,59	39,8	0,93	5,0	1,407

(*Institution of mechanical Engineers*).

AGRICULTURE

L'INDUSTRIE DES VIANDES EN AUSTRALIE (1)

a. — L'industrie de la congélation et de la réfrigération des viandes dans la *Nouvelle-Galles du Sud* et dans le *Queensland* constitue aujourd'hui une source de commerce importante. De jour en jour de nouvelles sociétés se constituent et des navires partent régulièrement pour l'Angleterre chargés de viandes provenant des pâturages d'Australie, préparées par des établissements du pays et destinées à l'alimentation des grands marchés de boucherie de la métropole.

Cette industrie quoique encore à ses débuts, promet un avenir des plus florissants et des bénéfices considérables, car l'entreprise est bien lancée et les premiers grands sacrifices sont faits; de plus, l'intérêt qu'elle présente touche le consommateur d'aussi près que l'exportateur. En effet, si l'on suit la viande australienne de bœuf ou de mouton, depuis son départ des pâturages, le long des routes parcourues en étapes par les troupeaux se rendant aux abattoirs, pendant sa préparation pour la consommation locale ou sa mise en chambres frigorifiques à bord des vapeurs, jusqu'à son débit sur le marché de Londres, et si l'on considère l'influence

(1) Les passages suivants sont extraits d'articles du *Sydney Morning Herald* envoyés par l'agent commercial M. G. T. Bags et font suite à son rapport sur *l'Industrie du Mouton et de la Laine en Australie*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle peut avoir sur la qualité de l'approvisionnement en viande de la métropole, on se fera aisément une idée du rôle important que jouera la viande australienne congelée soit au point de vue de la consommation, soit au point de vue de l'industrie de l'élevage dans la colonie.

Quoique cette industrie n'ait encore que douze ans d'existence, du moins en ce qui concerne l'exportation, elle a déjà passé par plusieurs phases. Elle doit son origine à la création d'un marché unanimement réclamé pour le mouton. Mais, comme elle n'a jamais été dirigée d'une façon bien régulière, on peut dire que l'entreprise comme l'élevage n'a été jusqu'ici dans presque tous les cas qu'une spéculation exposée aux risques occasionnés par les mauvaises saisons ou par des droits de propriété mal établis. Tous les ans il arrive en effet que des colons, qui se sont chargés de bétail pour tirer plus grand profit d'une bonne saison, voient leurs moutons périr par milliers, leurs citernes ayant été taries et leurs pâturages brûlés par une période de sécheresse trop prolongée.

Un correspondant du *Sydney Morning Herald* écrivait dernièrement qu'il faudrait exporter annuellement cinq millions de moutons pour avoir un stock dans des limites raisonnables, étant donné qu'en raison même du manque de régularité dont il s'agit, la colonie est encombrée de bétail.

La dépréciation due à la disette occasionnée par la sécheresse se renouvelle presque tous les ans d'une façon aussi désolante et rappelle à ceux qui s'occupent de cette question la crise similaire de la banque d'Australie en 1843 pendant laquelle, après une période de spéculation particulièrement active sur le gros bétail et le mouton, on vendit le gros bétail ayant coûté 150 francs à raison d'une dizaine de francs par tête et le mouton à raison de 0 fr. 60. Ce fut pendant cette crise que *O' Brien* découvrit qu'un mouton acheté 0 fr. 60 pendant cette période rendait 6 fr. 25 de graisse au fondoir.

Quoiqu'il ne soit pas probable que le débit plus ou moins grand de la viande congelée ait une influence proportionnée sur l'avenir de l'éclairage, on peut cependant espérer que le choix d'une bonne race de moutons bien productifs en viande, que l'adoption d'un système d'exportation effectif et qu'un bon débouché sur le marché de Londres pourront aider les éleveurs à surmonter les difficultés que leur créent mille raisons diverses, sans même parler des mauvaises saisons.

b. — Le premier essai d'exportation tenté a été bien modeste; 400 moutons furent expédiés en Angleterre en 1880 et malgré la prévention existant à l'époque contre le mouton australien, quoique l'on n'ait cependant pas eu la preuve absolue que la provenance réelle de la cargaison ait été déclarée, sur les marchés anglais les expéditions s'élevèrent les trois années suivantes respectivement à 17 275 57 256 et 63 733 têtes.

Les colonies continentales exportaient déjà depuis deux ans quand la *Nouvelle-Zélande* a entrepris ce genre d'industrie qu'elle s'est approprié depuis dans cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

partie du monde tout au moins, malgré la concurrence de *la Plata* plus en faveur sur le marché parisien.

Depuis 1883 il n'y a pas eu de proportion à établir entre l'exportation de la *Nouvelle-Zélande* et les colonies continentales; les chiffres publiés l'année dernière démontrent que sur une importation de 3 323 821 moutons en *Angleterre*, l'*Australie* n'a expédié que 334 693 têtes, contre 1 876 706 provenant de la *Nouvelle-Zélande*, 1 074 525 de la *République Argentine* et 17 895 des *Iles Falkland*.

Les chiffres d'exportation de bœuf sont à peu près dans les mêmes proportions; ainsi, en 1892 l'*Australie* a exporté 28 968 quartiers de bœuf et la *Nouvelle-Zélande* 70 226, ce qui donne un total de 99 194 quartiers tandis que l'exportation de viandes, maintenues à l'état frais pour l'*Amérique* seule a été pendant la même période de plus de 10 millions de kilogrammes.

Par contre, on peut voir par l'exposé des chiffres suivants que si les progrès accomplis en *Australie* depuis quelques années par l'industrie des viandes congelées n'ont pas été aussi sensibles qu'en *Amérique*, au moins les établissements existant actuellement permettent-ils de fonder des espérances sérieuses sur l'avenir de l'industrie dans cette colonie. La *New South Wales fresh food et ice C^y^* qui a été la première Compagnie exploitante à *Sydney*, a exporté en 1890 et 1891 près de 400 000 moutons et le directeur évalue à 250 000 têtes l'exportation pour 1892. Il espère, en outre, quand les aménagements en cours d'installation seront terminés, arriver à congeler 4 000 moutons par jour.

La *Australian Meat chilling a. Freezinh C^y^* a dépensé 2 millions de francs pour son établissement d'*Aberdeen* près de *Scone;* cet établissement prépare environ 35 000 moutons en moyenne par mois.

M. Robert Hudson, de la maison Hudson frères, a fondé à *Narrandera* la *Rwerina Chilling C^y^* et à *Tenterfield* la *Intercolonial Chilled Meat C^y^;* ces deux établissements peuvent indifféremment refroidir et congeler le mouton et le bœuf; l'usine de *Narrandera* peut préparer 600 moutons et 30 bœufs par jour, et le rendement de celle de *Tenterfield* a été pour le mois de janvier 1893 de 802 bœufs et 1 016 moutons.

La *South Coast et West Camden Cooperative C^y^* est outillée pour préparer 5 000 moutons par semaine. En ce moment encore, MM. Gedder et C^y^ installent des usines dans divers grands centres et, pour ne citer que celle de *Kirribilli Point*, on compte sur un rendement de 12 000 moutons par semaine dans cet établissement. En outre, il est bon de remarquer que comme beaucoup de ces Compagnies marchent avec des capitaux anglais, on peut espérer que l'intérêt même des capitalistes dont les fonds sont engagés les excitera à favoriser dans la métropole l'établissement d'un marché solide pour l'exportation australienne.

Le *Queensland* de son côté travaille très activement à faire progresser l'industrie des viandes. Ainsi le *Central Queensland Meat Export C^y^* à *Rockhampton*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vient d'ajouter à son établissement de *Locker Creek*, installé primitivement pour la préparation des viandes de conserve, tout un matériel de congélation pouvant congeler environ 1 000 moutons par jour.

La *Queensland Meat export et Agency C^y*, dont l'entreprise est beaucoup plus importante, est outillée dans ses deux établissements de *Brisbane* et de *Townsville* pour congeler 1 million de moutons ou 750 000 têtes de gros bétail par an. L'établissement de *Townsville*, qui représente une mise de fonds de 1 500 000 francs, est universellement reconnu, au dire de gens compétents, pour être la plus belle usine frigorifique des colonies, et on peut en dire comme de celle d'*Aberdeen* que toute l'expérience acquise par les établissements de la *Nouvelle-Zélande* porte sur l'installation et les aménagements. La *Queensland Meat Export and Agency C^y* se propose d'établir une usine au golfe de *Carpentaria*, et étudie en outre plusieurs projets à exécuter sur divers points de la colonie.

Par contre, on a peu travaillé dans les autres colonies, sauf à *Victoria* où MM. Turbnull Hotson et C^y ont fondé un établissement à *Newport* en dépit du *stok-tax*.

c. — Il y a une vingtaine d'années M. Thomas Mort, qui peut être considéré comme le fondateur de l'industrie de la viande congelée, entreprit de combattre le dicton en vogue à cette époque que *la viande gelée est de la viande gâtée ;* en collaboration avec M. Nicolle il consacra beaucoup de temps et de capitaux à des expériences sur le transport de la viande de bœuf et de mouton. Sa première tentative d'exportation à bord du *Northam* ne fut pas, il est vrai, couronnée de succès ; mais, par contre, l'établissement de la *Fresh Food et Ice C^y* est la preuve évidente qu'il réussit enfin à créer une branche d'industrie de grand avenir.

La *Intercolonial Chilled Meat C^y*, de fondation plus récente, est due à l'initiative de M. Robert Hudson qui, comme M. Mort pour les viandes congelées, a étudié la question des viandes refroidies d'une façon toute spéciale en y consacrant également tout son temps et des sommes considérables.

M. Hudson commença à s'occuper de la question il y a environ trois ans, au moment où MM. Maiden, Ryder Donkin et plusieurs autres élaboraient pour le marché de *Sidney* un projet d'approvisionnement en viandes de provenance locale. Au début toutes les études portèrent sur la construction de véhicules convenables pour le transport des viandes, mais les difficultés rencontrées furent telles que les collègues de M. Hudson lui laissèrent le soin de mener seul la question à bien. Il ne fut pas longtemps à reconnaître que le problème du véhicule ne pouvait être résolu qu'après une modification complète du procédé de congélation qui devait être assez économique pour pouvoir être installé dans les moindres localités où il deviendrait utile ; il fit donc établir une chambre isolée dans laquelle il commença des expériences sur des moutons dont il fit personnellement l'acquisition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les premiers moutons essayés par M. Hudson furent en partie perdus, mais en basant ses expériences ultérieures sur le procédé de réfrigération américain, il finit par obtenir des résultats satisfaisants. Les agents du chemin de fer local mirent alors à sa disposition un petit wagon isolé, muni, en vue d'expériences officielles pour le même objet, d'un appareil à air sec Haslam, avec lequel, en collaboration avec M. James Mooseley de *Tippereenah* près de *Narrabri*, qui fournit les moutons, ils effectuèrent un petit voyage d'expérience qui fut couronné de succès, les moutons à l'arrivée ayant été trouvés en parfait état. Le wagon prêté par l'administration du chemin de fer étant beaucoup trop lourd pour être utilisé d'une façon pratique, M. Hudson dut chercher un modèle de véhicule plus approprié au transport journalier de la viande et le wagon réfrigérant si pratique et si simple en usage sur les lignes de chemins de fer australiens fut le résultat de ses études. A chaque extrémité de ce wagon se trouvent deux compartiments pouvant contenir à eux quatre 250 kilos de glace ; ces compartiments sont supportés par des barres de bois espacées au-dessous desquelles se trouve un grillage métallique à mailles très fines en fils dits à pianos. La viande est suspendue à des crochets fixés à la partie supérieure du wagon. La glace absorbe la chaleur dégagée par les quartiers de viande, et à mesure que la glace fond, l'eau passe entre les barres de bois jusque sur le grillage où elle est vaporisée. Cette vaporisation rafraîchit le véhicule, pendant que les gaz impurs qui amèneraient la décomposition avec une élévation de température sont entraînés par un siphon dans le plancher, et que l'excédent de chaleur dû à la viande qui n'a pas été absorbé par la glace est emporté par une cheminée passant dans la couverture du véhicule. Le premier wagon qui fut essayé publiquement fit le trajet entre *Narrendera* et *Sydney ;* on le cadenassa au départ pour empêcher toute fraude en cours de route et il fut ouvert à son arrivée à *Darling Harbor* en présence d'une centaine de témoins environ, tous intéressés à la question ; cinq experts nommés par le comité d'inspection pénétrèrent à l'intérieur et, après avoir scrupuleusement examiné la viande et les thermomètres, ils déclarèrent à l'unanimité que le contenu de la voiture était arrivé en très bon état et que par conséquent l'expérience avait pleinement réussi. Les moutons transportés avaient eté tués au soleil à *Narrandera* par une température de 48°, avaient été placés encore chauds dans le véhicule et avaient effectué un trajet de 800 kilomètres par voie ferrée sans la moindre avarie.

M. Hudson fit de suite construire deux voitures du même modèle et reçut bientôt la commande de huit autres dès que le système eut été étudié et accepté par les administrateurs. Une nouvelle commande de douze ne tarda pas à suivre la première, en sorte qu'il roule actuellement vingt-deux wagons réfrigérants modèle Hudson sur les lignes de la Colonie, nombre qui d'après l'inventeur ne tardera certainement pas à s'augmenter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ayant obtenu par la suite la concession de la fourniture des viandes du Gouvernement à *Ultimo,* M. Hudson se préoccupa vivement d'approvisionner dans les meilleures conditions possibles ces marchés en viandes tuées dans la localité. Ayant reconnu la perte que faisaient subir aux éleveurs les longs trajets à pied ou en chemin de fer des moutons et du gros bétail pour se rendre à Sydney, perte occasionnée par le manque de nourriture et le froissement des chairs, sans parler du mal physique imposé aux animaux eux-mêmes, il résolut d'arriver à faire abattre le plus près possible des pâturages et à faire transporter économiquement la viande à *Sydney* sans risquer d'avaries. Après une étude approfondie des établissements de congélation fonctionnant à la *Nouvelle-Zélande* et des méthodes de refroidissement suivies aux *États-Unis*, il en conclut que des établissements frigorifiques exploités économiquement dans les grands centres d'élevage devraient offrir les plus grands avantages tant aux éleveurs qu'aux consommateurs.

Après une certaine propagande dans les districts, M. Hudson fit adopter son système d'une façon très sérieuse à *Narrandera* et à *Tenterfield* où plusieurs Compagnies fondèrent des établissements pour l'exploitation de cette industrie.

d. — L'établissement de *Tenterfield* fut fondé en février 1892 au capital de 125 000 francs, par parts de 25 francs, sous la présidence de M. W. H. Wolker (M. John Harker, secrétaire).

La Société fit l'acquisition de 50 hectares de terrain près de la ligne du chemin de fer ; elle en prit 10 hectares pour y construire les abattoirs et y établir les cours de triage ; sur ces 10 hectares elle en réserva 2,50 pour construire une porcherie avec tous les bâtiments nécessaires et une pièce de terre pour y cultiver du maïs. Les 40 hectares restant furent divisés en trois grands enclos dans lesquels on laisse le bétail en liberté avant de le faire passer dans les parcs de triage des abattoirs. Le triage accompli, les bestiaux passent un à un sous une plate-forme sur laquelle se trouve le boucher qui les abat. L'animal qui tombe est immédiatement dépouillé, découpé et dressé ; on en accroche les quartiers dans la chambre réfrigérante où ils demeurent pendant vingt-quatre heures à une température de 4° à 7° et on les transporte enfin dans les wagons réfrigérants de Hudson qui stationnent sous des halles couvertes.

La chambre et les véhicules réfrigérants sont isolés de l'air extérieur par des portes étanches garnies de caoutchouc et par des doubles cloisons séparées par un certain intervalle ; l'air intérieur est maintenu frais par un courant continu.

La fabrication de la glace est assurée en ce moment dans l'établissement par une machine absorbante Taylor de Humble, Nicholson et Geelong dont la production est de 1 tonne par jour ; mais le capital de la Compagnie vient d'être porté à 250 000 francs pour pourvoir entre autres améliorations au renouvellement complet et à l'augmentation des machines. Près des bâtiments de réfrigération, se trouve la suifferie avec ses clarificateurs et ses bacs à refroidir dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

laquelle on traite toutes les issues de façon que le bénéfice de l'éleveur soit aussi large que possible.

Comme conclusion de ce qui précède, il ressort que le système de M. Hudson assure l'approvisionnement en viande fraîche de Sydney en évitant le transport sur pied par chemin de fer des moutons et du gros bétail à qui il épargne ainsi la privation de nourriture et les meurtrissures, au plus grand bénéfice de l'éleveur qui profite de la totalité du poids de la viande qu'il a nourrie et engraissée, et du consommateur qui reçoit son bœuf et son mouton en parfait état de santé et de fraîcheur.

e. — La *Australian Meat Chilling et Freezing C^y* a fondé au commencement de 1892 à *Aberdeen* des établissements pour la congélation des viandes qui sont les mieux installés et les plus pratiques de tous ceux du même genre qui ont été confiés à la direction de M. Benn.

La Compagnie acquit au début un droit de propriété sur 130 hectares du domaine de *Segenhoe*, auxquels elle ajouta environ 2 000 hectares de terrains tant à loyer qu'en droits de pâturages. En raison même de la dépense de 1 million de francs qui fut faite pour les installations, il est inutile d'ajouter que les machines sont les meilleures de celles qui existent actuellement et que tout le matériel est conforme à ce que l'expérience à indiqué de mieux. Chaque service y est dirigé par un homme compétent, en sorte que l'établissement d'*Aberdeen* peut être considéré comme un établissement modèle.

La Compagnie ne s'occupe uniquement pour l'instant que de la congélation du mouton et ne fait travailler que de jour.

A leur arrivée les moutons sont laissés dans les pâturages enclos pendant 8 ou 10 jours pour leur permettre de se remettre du voyage. Ce délai passé, on les envoie aux abattoirs où ils sont reçus par une brigade de 17 bouchers se relayant, qui abattent et dressent très rapidement à raison de 1 500 têtes par jour au prix de 25 francs le cent; ce prix comprend l'abatage, le dépouillement et le dressage.

Aussitôt dressés et pour éviter toute manutention, on envoie les quartiers par un plan incliné à la chambre de réfrigération où on les suspend pendant 24 heures, c'est-à-dire jusqu'à ce que la chaleur animale ait complètement disparu; cette opération terminée, on les fait alors passer, par un couloir dans lequel la température est maintenue très basse et disposé également en plan incliné, dans une des quatre chambres de congélation qui contiennent chacune 800 animaux. Chaque mouton est pesé séparément avant d'être congelé, afin de constater exactement la déperdition (700 à 750 grammes environ) causée par la congelation. On pénètre dans la chambre par un regard, ordinairement hermétiquement clos et pratiqué dans une cloison de briques de 45 centimètres d'épaisseur revêtue à l'intérieur d'une couche de charbon de 30 centimètres environ d'épaisseur qui la rend absolument imperméable à l'air et à l'humidité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le spectacle de l'intérieur d'une de ces chambres à la lumière est des plus curieux; partout scintille la gelée, un brouillard blanc et épais qui s'échappe en sifflant comme la vapeur à l'ouverture du regard gêne la vue et le plancher est couvert de neige.

Les moutons restent suspendus dans ces chambres à une température de — 10° pendant 48 ou 60 heures; quand après ce temps on les en retire complètement durcis, on les transporte dans les magasins, au nombre de quatre qui peuvent recevoir un total de 30 000 têtes; on les y empile après les avoir revêtus d'une enveloppe de calicot. Ils sont alors prêts à être expédiés.

Le chargement dans les wagons à portée des magasins se fait par un couloir de quelques mètres et est très rapide; on peut charger 500 moutons gelés en moins de 12 minutes. Les wagons chargés sont alors dirigés sur *Newcastle*, port d'embarquement situé à 130 kilomètres.

La vapeur est fournie aux machines par quatre chaudières de Babcock et Wilcox de 80 chevaux, qui consomment 320 tonnes de charbon par mois. Les chambres de réfrigération sont alimentées par deux machines à air sec d'Haslaw de 300 chevaux, pouvant fournir 3 500 mètres cubes d'air à l'heure et du même modèle que celles qui fonctionnent à bord des navires qui effectuent le transport des viandes.

L'air atmosphérique nécessaire est puisé dans une pièce située en contre-haut, et est comprimé par la machine à une température de 176°; il est ensuite refroidi par un courant d'air froid qui en abaisse la température et en condense l'humidité; c'est en permettant à cet air de se dilater complètement que la température s'abaisse à 40° ou 60° au-dessous de zéro, température à laquelle on le distribue dans les chambres. Chacune des deux machines est suffisante pour alimenter les quatre chambres en air froid; c'est le même courant qui circule continuellement entre la machine et les chambres.

Le travail moyen de l'établissement est environ de 35 000 moutons par mois. En dehors des opérations que comporte la congélation, on traite également à *Aberdeen* toutes les autres parties du mouton; on utilise les issues à la nourriture de porcs; les parties graisseuses sont transformées en suif dont on tire deux qualités; les peaux sont mégissées; les langues, les rognons, etc., sont préparés pour l'exportation. On étudie en ce moment un projet d'après lequel le sang et les issues sans aucun usage jusqu'ici doivent être transformés en engrais.

La préparation des langues constitue à elle seule toute une industrie spéciale comprenant : un atelier où se préparent les conserves, un atelier de ferblanterie où se fabriquent les boîtes et un atelier où se fait la mise en boîtes des langues, la soudure de ces boîtes et le collage des étiquettes vernies, opérations après lesquelles les langues sont enfin prêtes à être livrées au commerce.

Le port de *Newcastle*, situé à 130 kilomètres environ d'*Aberdeen*, a jusqu'ici

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

manqué de locaux suffisants et convenables pour emmagasiner les moutons gelés, en attendant que le chargement des navires puisse être effectué; tout séjour à l'air libre et toute manutention supplémentaire doivent être évités avec le plus grand soin; cette lacune est cause pour le moment de grandes difficultés; aussi s'occupe-t-on activement de la construction de magasins près des docks pour conserver les moutons jusqu'à ce que les chambres frigorifiques des vapeurs soient prêtes à les recevoir.

D'après M. Benn, le chiffre de l'exportation actuelle pourra être doublé; mais il estime cependant qu'il y a une limite d'augmentation qui ne pourra être dépassée sans amener une baisse considérable de la viande australienne sur le marché de *Londres*. M. Benn est également d'avis que l'éleveur australien, dans l'intérêt même de son industrie, devra désormais viser plutôt à la qualité qu'à la quantité aussi bien en ce qui concerne la viande que la laine; il cite comme exemple le petit mérinos qui ne donne pas le même rendement en viande que le mouton de la *Nouvelle-Zélande*, de sorte que les prix de revient de congélation pour produire le même poids de viande diffèrent considérablement. Il ajoute qu'il n'y a que deux manières de constituer un commerce d'exportation sérieux, la première par congélation, la deuxième par la cuisson et la mise en boîtes; pour ce qui concerne la réfrigération, ce procédé ne peut être pris en considération à cause de son prix de revient trop élevé d'abord, et ensuite à cause du peu de garanties qu'il offre au point de vue de la conservation, en raison des manutentions multiples qu'il exige et du danger que présente le transport de la viande simplement refroidie à la température moyenne de 3° en été.

Le prix de revient seul est un obstacle en raison de la plus-value d'un tiers qu'elle comporte sur le prix de transport en chemin de fer; la viande refroidie doit être suspendue et occupe par conséquent plus de superficie que la viande gelée qui se tasse, ce qui réduit la contenance d'un wagon pouvant contenir 450 têtes à 250 environ; ensuite, en raison des manutentions successives et de la congélation que l'on doit faire subir malgré tout aux viandes qui doivent être exportées, opération qui devient assez difficile quand le refroidissement a été obtenu par l'ammoniaque. De plus les navires qui font le transport des viandes d'*Australie*, ayant à traverser l'équateur et à effectuer un voyage de 5 à 6 semaines, n'ont pas encore osé entreprendre le transport des viandes refroidies comme le font les navires américains qui, par contre, n'ont que 7 à 8 jours de traversée à accomplir sous des latitudes tempérées.

(*Reports from the Consuls of the United States.*)

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1. — Coupe transversale.

Fig. 2. — Coupe longitudinale.

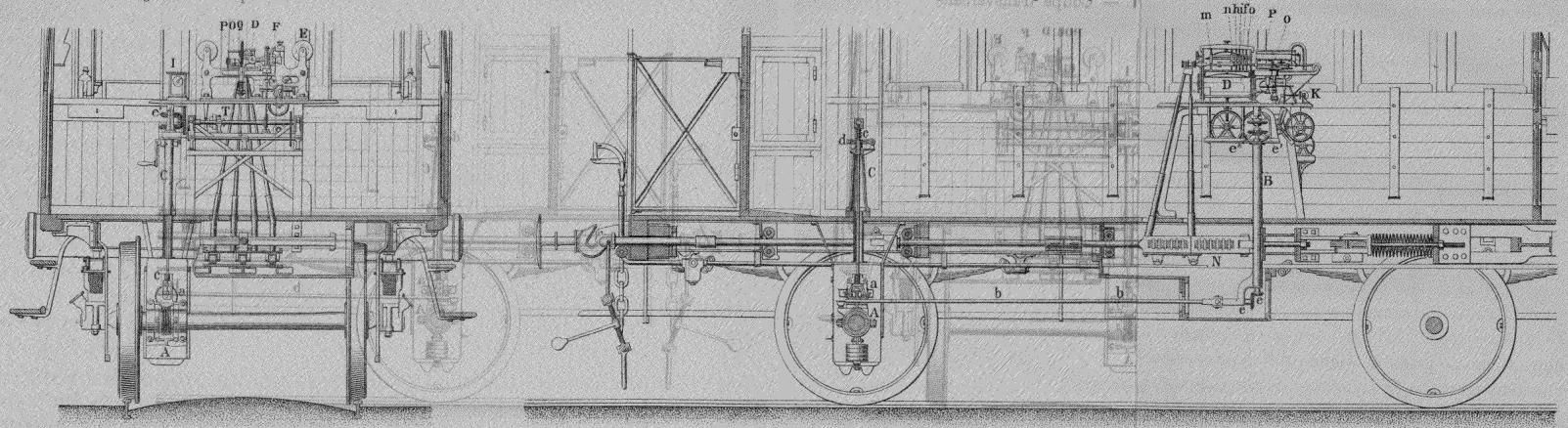
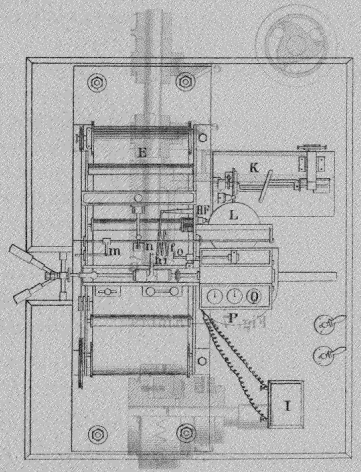


Fig. 4 et 3 — Appareils enregistreurs.



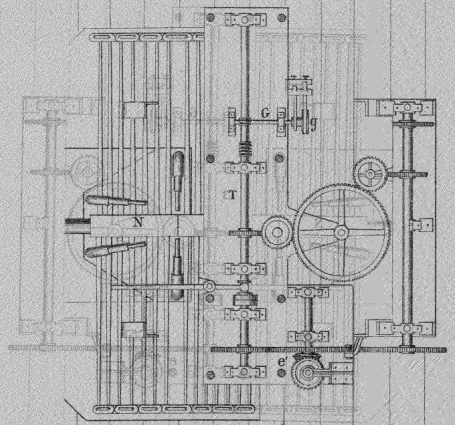


Fig. 1 et 2. — Echelle 1/38.
Fig. 3 et 4. — Echelle 1/18.

Fig 5.
Encliquetage. Transmission.

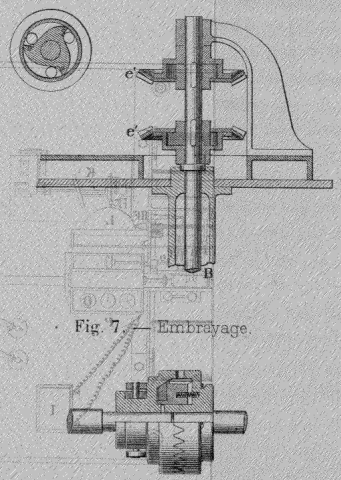


Fig. 7. — Embrayage.

Fig. 7. — Echelle 1/4.

Fig. 6. — Molette des vitesses.

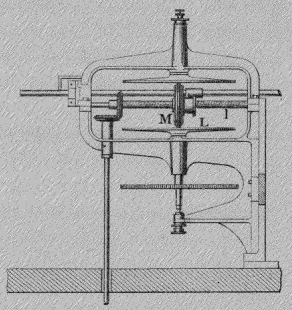


Fig. 8. — Enregistrement du travail.

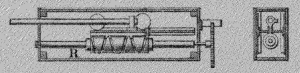


Fig. 5 et 6. — Echelle 1/1
Fig. 8. — Echelle 1/5.

Auto-imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque. Paris.

FOURGON DYNANOMÉTRIQUE DE LA Cie DE L'OUEST.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1. Coupe suivant E F.

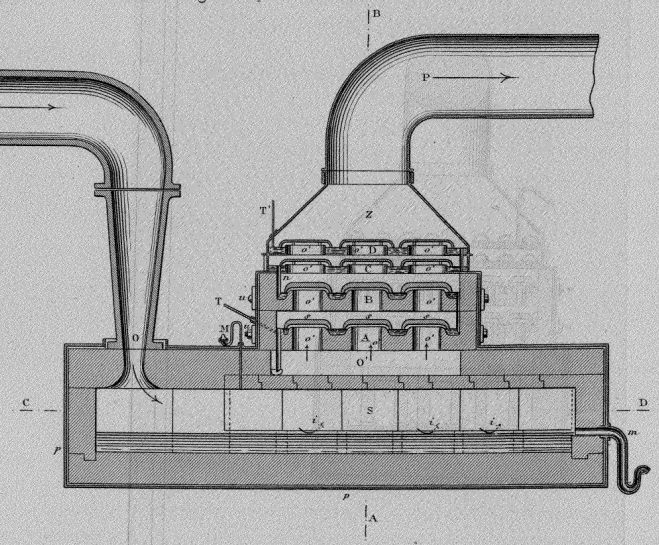


Fig. 3. Coupe suivant AB.

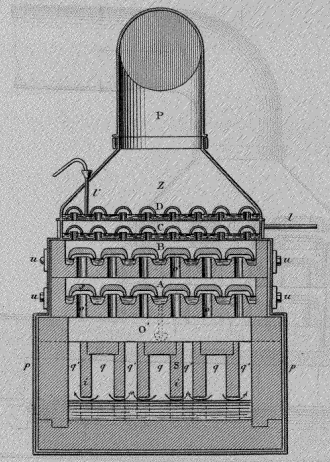


Fig. 2. Plan Coupe suivant CD.

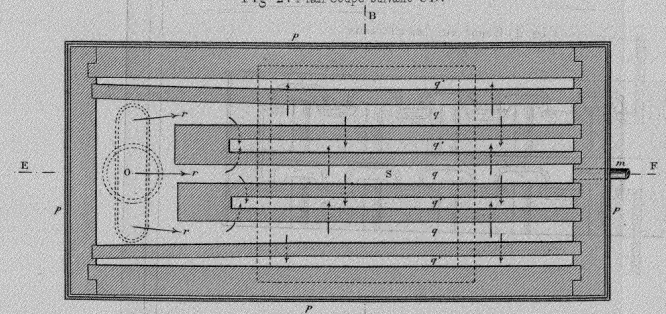
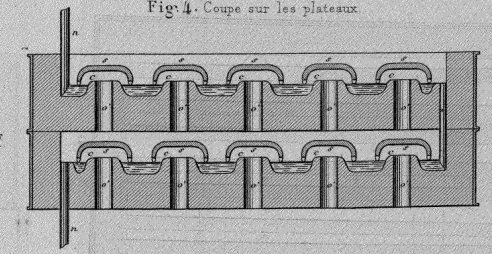


Fig. 4. Coupe sur les plateaux.



Echelle de 0,05 p.c mètre. Fig. 1. 2. 3.

Echelle de 0,066 p.c mètre. Fig. 4.

Imp. Geny-Gros, Paris. *Léon Chaumont sc.*

APPAREIL KESSLER POUR LA CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. OCTOBRE 1894.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS ÉCONOMIQUES

ÉTUDE COMPARATIVE DES RÉSULTATS FOURNIS ET DES DÉPENSES OCCASIONNÉES, POUR LE CHAUFFAGE DES APPARTEMENTS, PAR LES POÊLES MOBILES UTILISANT : LES UNS, LA COMBUSTION LENTE ET CONTINUE DE L'ANTHRACITE, LES AUTRES, LA COMBUSTION VIVE ET INTERMITTENTE DU GAZ, PAR M. AIMÉ GIRARD.

C'est d'une question bien différente de celles qui font l'objet habituel de mes travaux que je me propose d'entretenir ce soir (1) la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Cette question, à l'étude de laquelle j'ai été conduit par de modestes considérations d'ordre domestique, est celle de la dépense qu'entraînent, comparativement, pour le chauffage des appartements, d'un côté, l'emploi *continu* de poêles mobiles utilisant la combustion lente de l'anthracite, d'un autre l'emploi *intermittent* de poêles à gaz, mobiles également, mais à combustion vive.

J'ai été pendant longtemps partisan des premiers : ils apportent, en effet, à la vie domestique une grande commodité et une grande économie; mais, peu à peu, et au fur et à mesure que se multipliaient les accidents auxquels leur fonctionnement a donné lieu, la faveur que je leur accordais s'affaiblissait, pour, enfin, faire place à une méfiance absolue.

Parmi les services que les poêles de ce système me semblaient appelés à rendre, j'appréciais surtout la possibilité de tenir à heure dite, et sans préparatif aucun, une pièce, dans laquelle le séjour doit être passager, à une température convenable.

Si l'on considère, par exemple, une personne arrivant à son travail vers

(1) Séance du 26 octobre 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10 heures du matin, pour le quitter à 6 heures, et n'ayant pas à sa disposition le personnel nécessaire pour, à l'avance, allumer et entretenir le feu dans la pièce où ce travail a lieu, on reconnaît aussitôt que l'emploi d'un appareil de chauffage économique, fonctionnant continûment sans exiger un entretien fréquent, doit constituer un avantage précieux pour le travailleur.

De même, si l'on suppose une personne s'installant de grand matin : à 5 heures, je suppose, à son bureau de travail (et c'est là le cas précisément qui m'a déterminé à entreprendre cette étude), ce sera chose très pénible, pour cette personne, que d'allumer du feu au moment de son lever : elle y perdra du temps, et encore sera-ce seulement au bout d'une heure ou deux que la chaleur de ce feu commencera de se faire sentir; aucun service domestique n'est d'ailleurs possible à cette heure matinale; dans ce cas encore, l'installation d'un appareil du même genre rendra les plus grands services.

Des cas analogues et nombreux pourraient être cités qui tous, à des degrés divers, justifieraient, *a priori* du moins, l'usage des appareils à combustion lente; mais, ainsi que je l'ai rappelé tout à l'heure, la prudence veut aujourd'hui que cet usage soit abandonné.

C'est en considérant d'une part les avantages, d'une autre les dangers des appareils fonctionnant d'après ce système, que j'ai été conduit à étudier pratiquement les conséquences économiques qu'entraînerait la substitution, aux poêles de cette sorte, de poêles, mobiles également, présentant les mêmes avantages que les premiers, mais offrant, du fait de la combustion vive du gaz, une garantie absolue au point de vue de l'hygiène.

Pour étudier cette question, j'ai, pendant deux hivers consécutifs (1891-1892 et 1892-93), maintenu en comparaison, dans l'appartement que j'habite, d'un côté un poêle mobile à anthracite, d'un autre un poêle mobile à gaz.

Le premier, nécessairement, restait en marche continue : telle est, en effet, la condition essentielle des appareils de ce système; le second, au contraire, n'était allumé que par intermittences, pendant le nombre d'heures nécessaire au chauffage et au maintien d'une température convenable dans la pièce habitée.

Celui-ci était du modèle désigné par la Compagnie Parisienne sous le nom de *calorifère-tambour*, et construit de façon à pouvoir consommer jusqu'à 600 litres de gaz à l'heure, mais muni de rhéomètres permettant de le régler

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à une consommation bien moindre : à une consommation susceptible de descendre jusqu'à 150 litres à l'heure.

Pour placer cet appareil de chauffage dans des conditions identiques à celles dans lesquelles sont placés les poêles à combustion lente, j'avais fait adapter à la cheminée une plaque à ventilateur, munie d'un trou circulaire destiné à recevoir le tuyau emportant la vapeur d'eau et l'acide carbonique fournis par la combustion vive du gaz.

Mon but, en adoptant cette disposition, est facile à comprendre : c'était de limiter l'émission de gaz chauds aux produits mêmes de la combustion, et de retenir à l'intérieur de la pièce l'air échauffé par son passage à travers les tubes du tambour qui, en réalité, constitue un calorifère à air chaud (1).

Le tirage, dans ces conditions, a lieu avec une régularité parfaite; mais, alors même que quelque cause imprévue le rendrait irrégulier, et qu'un refoulement viendrait à se produire, aucun accident n'en pourrait résulter. C'est, en effet, de vapeur d'eau et d'acide carbonique que les produits de la combustion vive du gaz sont formés, et non d'oxyde de carbone, comme dans le cas des poêles utilisant la combustion lente de l'anthracite.

Les deux pièces dans lesquelles l'un et l'autre système ont été maintenus en comparaison pendant les hivers de 1891-1892 et de 1892-93, sont d'ailleurs d'assez vastes dimensions : l'une, dans laquelle le chauffage intermittent a eu lieu au moyen du gaz, mesure 100 mètres cubes; l'autre, dans laquelle le chauffage continu a eu lieu au moyen de l'anthracite, mesure 72 mètres cubes : la moindre capacité de la pièce ainsi chauffée était tout à l'avantage de ce système.

Dans cette deuxième pièce, le poêle était chaque jour chargé, comme de coutume, à l'aide d'un seau à anthracite; le poids du combustible employé étant déterminé par la pesée de l'approvisionnement en cave au début et à la fin de la campagne.

Dans la première pièce, le poêle à gaz était, chaque soir, amené vers 8 heures ou 8 heures et demie, allumé aussitôt, le robinet d'alimentation plus ou moins ouvert suivant que la température extérieure était moins ou plus élevée, et maintenu en feu jusqu'à 8 heures du matin.

Le poêle à gaz était alors enlevé, et la chaleur de la pièce entretenue jusqu'à midi au moyen d'un léger feu de bois.

(1) Les recherches que j'expose en ce moment ne s'appliquent pas au chauffage par cheminées librement ouvertes qui, naturellement, sont beaucoup plus dépensières que les calorifères ou tambours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant 12 heures, en un mot, le poêle à gaz était maintenu en combustion; et, toujours, on trouvait dans la pièce, dès cinq heures du matin, une température confortable de 15° à 17°, sensiblement égale à celle entretenue dans l'autre pièce par le poêle à anthracite.

Bien entendu, alors qu'il était nécessaire de maintenir celui-ci constamment en feu, on profitait, avec le poêle à gaz, de toutes les circonstances normales qui permettaient d'économiser la dépense. Au cours de ces deux hivers, des périodes de temps chaud se sont produites : pendant ces périodes, le poêle à anthracite devait rester allumé en prévision d'une reprise immédiate du froid; le poêle à gaz, au contraire, pouvait ne pas fonctionner; et, de cette possibilité d'en interrompre le fonctionnement, devait résulter une économie.

Pour étudier la marche des deux systèmes et constater la dépense afférente à l'un et à l'autre, chaque matin, à sept heures, je notais la température extérieure, la température de chaque pièce et enfin la consommation de gaz inscrite au compteur. J'ai dit plus haut comment avait lieu la constatation de la consommation en anthracite.

En 1891-92, l'expérience a commencé le 18 novembre 1891, pour prendre fin le 1er avril : elle a duré par conséquent 136 jours.

Le premier tableau annexé à cette note reproduit le détail complet des observations.

L'hiver a été doux, en général; et, le plus souvent, c'est entre — 5° et + 5° qu'a été comprise la température extérieure à sept heures du matin; quelquefois elle a dépassé le chiffre + 5°, et il a suffi alors d'allumer le poêle à gaz le matin et non la veille au soir; en quelques cas même, elle s'est élevée à + 10°, et l'on a pu supprimer le chauffage de la pièce. Lorsque le froid extérieur a été vif, au contraire, la consommation du gaz a été en moyenne de $2^{mc},5$ pour les 12 heures de nuit; quelquefois elle a atteint $3^{mc},5$; d'autres fois elle s'est abaissée à $1^{mc},25$; en toutes circonstances, en un mot, la consommation a été réglée de façon que, fournissant toujours dans la pièce une température moyenne de 15 à 17°, elle grandît avec l'abaissement de la température extérieure, et diminuât avec son élévation.

En fin de compte, et après une campagne de 136 jours, la consommation a été :

Pour le poêle à anthracite, de 1050 kilog. à 60 francs.	63 francs.
Pour le poêle à gaz, de 197 mètres cubes, à 0 fr. 30.	59 fr. 10.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit, en résumé, une dépense moyenne :

Pour le poêle à anthracite, de . . . . . 0 fr. 47 par jour.
Pour le poêle à gaz, de . . . . . 0 fr. 44 —

En 1892-93, l'expérience a été reprise exactement dans les mêmes conditions. Les observations faites pendant cette seconde campagne, dans les mêmes pièces et à l'aide des mêmes appareils de chauffage, sont exposées en détail dans le deuxième tableau annexé à cette note.

Elles aboutissent à ceci : qu'après une campagne de 91 jours, la consommation a été :

Pour le poêle à anthracite, de 750 kilos, à 60 francs. . . . . 45 francs.
Pour le poêle à gaz, de 124 ^{mc}, 75, à 0 fr. 30. . . . . 37 fr. 42.

soit, en résumé, une dépense moyenne :

Pour le poêle à anthracite, de. . . . . 0 fr. 49 par jour.
Pour le poêle à gaz, de . . . . . 0 fr. 41 —

Les observations qui viennent d'être résumées, et dont les détails figurent aux deux tableaux qui vont suivre établissent, avec trop de netteté pour qu'il soit nécessaire d'y insister, les avantages que présente la substitution du chauffage intermittent par le gaz au chauffage continu par l'anthracite ou les charbons anthraciteux.

La combustion vive du gaz ne fournit que de l'eau et de l'acide carbonique; les produits de cette combustion, alors même qu'ils seraient refoulés, ne présentent aucun danger; tout au plus, dans le cas où un refoulement se produirait, le consommateur pourrait-il être gêné par une odeur passagère d'acide sulfureux : aucun accident n'est à craindre en somme dans ce cas, à moins que, bien entendu, et par quelque maladresse insigne, on ne laisse le robinet d'alimentation ouvert, ou que l'on néglige de remplacer un tuyau de caoutchouc déchiré.

La combustion lente de l'anthracite fournit, au contraire, des quantités considérables d'oxyde de carbone, qui, non seulement par refoulement, mais encore par écoulement à travers des coffres de cheminées crevassées, peuvent se répandre dans les appartements. Ce mode de chauffage a causé, dans ces dernières années, des accidents trop nombreux et trop graves pour qu'il soit dorénavant permis de le recommander.

La possibilité d'utiliser la combustion vive du gaz dans des appareils mobiles rend l'usage de ces appareils aussi commode que l'usage des poêles mobiles à anthracite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Et enfin, lorsque la nécessité de chauffer une pièce de capacité déterminée ne se prolonge que pendant 12 heures sur 24, l'emploi intermittent des appareils à gaz est un peu moins dispendieux que celui des appareils continus à anthracite.

La comparaison de l'un et de l'autre procédé de chauffage, appliqués à des pièces de 100 et de 72 mètres cubes, indique, pour la moyenne de deux hivers :

Une dépense de 0 fr. 480 par jour pour le chauffage à l'anthracite;
— de 0 fr. 425 par jour pour le chauffage au gaz.

Si, pour une cause quelconque, le chauffage au gaz devait être prolongé pendant les 24 heures du jour, la dépense arriverait à 0 fr. 85 environ; mais, même dans ce cas, qui rarement se rencontre, la substitution, malgré l'augmentation de 0 fr. 425 par jour, s'imposerait encore au nom de l'hygiène et de la sécurité des habitants.

Comparaison entre les résultats fournis et la dépense occasionnée par l'emploi de poêles mobiles utilisant l'un la combustion lente de l'anthracite et l'autre la combustion vive, du gaz (Hiver 1891-1892).

DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN.			CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.	DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN.			CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.
	Extérieure.	De la pièce chauffée. A l'anthracite.	De la pièce chauffée. Au gaz.			Extérieure.	De la pièce chauffée. A l'anthracite.	De la pièce chauffée. Au gaz.	
	degrés.	degrés.	degrés.	m. c.		degrés.	degrés.	degrés.	m. c.
18 nov. 1891.	+ 9	18,5	20	»	1er déc. 1891.	+ 1	18	17	3
19 —	+ 11	20	19	1,80	2 —	+ 6	18	19	3
20 —	+ 8	19	19	1	3 —	+ 3	20	19	3
21 —	+ 8	19	19	1,35	4 —	+ 12	20	18	1
22 —	+ 5	18	19	1,85	5 —	+ 10	19	18	0 (1)
23 —	+ 4	18	18	1,80	6 —	+ 10	18	18	0
24 —	0	18	18	2,60	7 —	+ 9	19	18	0
25 —	+ 1	18	16	3,40	8 —	+ 6	18,5	17	0
26 —	— 1	16	16	3	9 —	+ 6	18,5	17,5	0
27 —	+ 5	18	17	3,80	10 —	+ 10	18	17	0
28 —	— 1	16	15	2,70	11 —	+ 7	19	18	0
29 —	+ 0,5	16	15	6,50	12 —	+ 3	17,5	17	0
30 —	+ 5	15	16,5	3	13 —	+ 9	18	18	0,75

(1) Le mois de décembre 1891 a été particulièrement doux; le chauffage intermittent par le gaz en a profité naturellement; pendant une dizaine de jours, le léger feu de bois entretenu pendant la matinée a suffi à maintenir la pièce à 17-18° sans qu'il fût nécessaire d'allumer le poêle à gaz.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN.			CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.	DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN.			CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.
	Extérieure.	De la pièce chauffée. A l'anthracite.	De la pièce chauffée. Au gaz.			Extérieure.	De la pièce chauffée. A l'anthracite.	De la pièce chauffée. Au gaz.	
	degrés.	degrés.	degrés.	m. c.		degrés.	degrés.	degrés.	m. c.
14 déc. 1891.	+ 8	18	17	0	28 janv. 1892.	+ 5	18	17	0,7
15 —	+ 6	18	17	0	29 —	+ 7	18	18	1
16 —	+ 10	18,5	18	0	30 —	+ 8	19	18	1
17 —	+ 4	17	15,5	0	31 —	+ 7	19	17	0,5
18 —	— 2	15	17	1	1er fév. 1892.	+ 6,5	19	19	0,5
19 —	— 5	16	16	3,25	2 —	+ 3	18,5	18	0,3
20 —	— 5	13	15	3	3 —	+ 3	17	17	0,7
21 —	— 5	13	15,5	4	4 —	+ 2	17	17	0,5
22 —	— 6	12,5	15	3,50	5 —	+ 8	17	17,5	0,6
23 —	— 4	12	15	3,50	6 —	+ 6	17	17	0,9
24 —	— 4	13	15	3	7 —	+ 10	18	17	0
25 —	+ 2	13,5	15	3,50	8 —	+ 10	18	17	0
26 —	+ 4	15	15,5	1,30	9 —	+ 4	17	17	0
27 —	+ 4	15	14	0,20	10 —	+ 2	17	17	0,5
28 —	+ 2	15	15,5	1,00	11 —	+ 5	16	18	1,25
29 —	+ 7	16	15	0,25	12 —	+ 2	17,5	18	1,25
30 —	+ 10	17	17	0	13 —	+ 6	16	17	0,25
31 —	+ 10	17	17	0	14 —	+ 1	16	17	0,85
1er janv. 1892.	+ 5	16	16	0	15 —	+ 4	17	17,5	0,90
2 —	+ 3	16	16	0	16 —	— 1	17	16	0
3 —	+ 5	17	17	0,75	17 —	— 6	14	15	2
4 —	+ 5	17	17	0	18 —	— 4	13	14,5	1
5 —	— 1	16	15	0,30	19 —	0	14	15,5	3
6 —	+ 4,5	16	16	1,20	20 —	+ 1	14	15	2,5
7 —	+ 3	16	16,5	1,10	21 —	+ 4	15	15,5	2.5
8 —	+ 1	17	17	1,40	22 —	+ 5	16	17	1
9 —	0	17	14	0	23 —	+ 3	16,5	16	0,5
10 —	— 4	14	16	3,50	24 —	+ 6,5	17	16	0,25
11 —	— 5	15	15	2,50	25 —	+ 3	17	17	0,50
12 —	— 5	15	15	2,75	26 —	+ 3	17	17,5	0,25
13 —	— 4	14	16	3,75	27 —	+ 2	17	17	0,50
14 —	— 3	15	15	3,10	28 —	+ 2	17	15	0
15 —	0	16	15	1,90	29 —	+ 1	17	15	0
16 —	— 2	15	17	5	1er mars 1892.	+ 2	17	14	0
17 —	— 1	15	16	3,4	2 —	+ 2	16	14	0
18 —	+ 5	15	17	3,2	3 —	— 5	17	16	1,75
19 —	— 1	15	16	3,1	4 —	— 5	17	15	0,50
20 —	— 2	14	16,5	3,3	5 —	— 5	15	16	3,25
21 —	— 4	16	17	3,6	6 —	— 4	14	16	3,50
22 —	— 1	16	18	4,5	7 —	— 4	15	16	3
23 —	+ 6	17	18,5	3,4	8 —	— 4	15	16	2
24 —	+ 7	17	17	0,3	9 —	— 3	14	16	5,5
25 —	+ 3	18	18	0,6	10 —	— 3	14,5	15	2,75
26 —	0	17	16	0,0	11 —	— 1	15	16	2,25
27 —	+ 5	16	17	0,5	12 —	0	15	16	2,75

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN. Extérieure.	De la pièce chauffée A l'anthracite.	De la pièce chauffée Au gaz.	CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.
	degrés.	degrés.	degrés.	m. c.
13 mars 1892.	— 2	14	15	2,50
14 —	0	15	16	2,50
15 —	0	15	16,5	2,25
16 —	+ 6	15	16	2,50
17 —	+ 6	16	18	2,25
18 —	+ 6	17	16,5	0,50
19 —	+ 5	17	17,5	0,50
20 —	+ 3	17	17	0,75
21 —	+ 5	17	17	0,25
22 —	+ 10	19	18	0
23 —	+ 6	17	16	0
24 —	+ 2	17	16	0,75
25 —	+ 2	16	16,5	0,50
26 —	+ 10	19	17	0
27 —	+ 9	18	17	0
28 —	+ 9	18	17	0

DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN. Extérieure.	De la pièce chauffée A l'anthracite.	De la pièce chauffée Au gaz.	CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.
	degrés.	degrés.	degrés.	m. c.
29 mars 1892.	+ 2	17	17	0,75
30 —	+ 1	16	16	0,75
31 —	+ 2	16	16	1,25
1er avril 1892.	+ 5	17	18	1,75

TOTAL : 197

DÉPENSES COMPARATIVES POUR 136 JOURS :

Anthracite : 1 050 kil. à 60 c. = 63 francs.

Gaz : 197 m. c. à 0 fr. 39 = 59 fr. 10.

Soit par jour :

Pour le poêle à anthracite = 0 fr. 47

Pour le poêle à gaz = 0 fr. 44

Comparaison entre les résultats fournis et la dépense occasionnée par l'emploi de poêles mobiles utilisant l'un la combustion lente de l'anthracite et l'autre la combustion vive du gaz (Hiver 1892-1893).

DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN. Extérieure.	De la pièce chauffée A l'anthracite.	De la pièce chauffée Au gaz.	CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.
	degrés.	degrés.	degrés.	m. c.
6 décem. 1892.	»	»	»	»
7 —	+ 1	15	17	1,6
8 —	— 1	14,5	17	1,9
9 —	— 0,5	15	16	2,5
10 —	+ 1	15	16	2,5
11 —	+ 1,5	14	16,5	2,5
12 —	+ 5	13	16,5	2
13 —	+ 4,5	13	17	1
14 —	0	16	18	1,5
15 —	+ 6	16	16	2,5
16 —	+ 10	17	17	0,5
17 —	+ 8	18	17,5	0,2

DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN. Extérieure.	De la pièce chauffée A l'anthracite.	De la pièce chauffée Au gaz.	CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.
	degrés.	degrés.	degrés.	m. c.
18 décem. 1892.	+ 1	16	17,5	1,6
19 —	— 1	14	17	2,2
20 —	0	14	13,5	0
21 —	+ 1	15	16	2,2
22 —	+ 1	15	17	2,2
23 —	+ 1	15	16	1,9
24 —	— 4	14	16,5	2,7
25 —	— 5	14	16	2,5
26 —	— 6	14	15	3,5
27 —	— 4	14	15	2,5
28 —	— 4	13	15,5	2,5
29 —	— 7	13	15,5	3

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DATES.	TEMPÉRATURE A 7 HEURES DU MATIN. Extérieure.	De la pièce chauffée. A l'anthracite.	De la pièce chauffée. Au gaz.	CONSOMMATION JOURNALIÈRE DU GAZ.
	degrés.	degrés.	degrés.	m. c.
30 déc. 1892.	— 7	13	14	3
31 —	— 4	13	14	2
1er janv. 1893.	— 9	13	14,5	3,75
2 —	— 7	13	15	3,25
3 —	— 5	13	15,5	3
4 —	— 5	12	15	3
5 —	— 3	13	16	2,75
6 —	— 3	13	15	5
7 —	— 3	13	15	
8 —	0	12	15	1,75
9 —	+ 4	13	16	4
10 —	+ 2	15	15	0
11 —	— 4	13	13	0
12 —	— 4	13	16	4
13 —	— 6	15	15	2,25
14 —	0	14	15	2,75
15 —	— 5	14	15	2
16 —	— 9	14	15	3,25
17 —	— 10	12	13	2,75
18 —	— 8	11,5	16	5
19 —	— 4	12	14	2,5
20 —	— 1	13	15	2
21 —	+ 2	13	16	2
22 —	+ 2	14	16	2,5
23 —	+ 5	15	16	2
24 —	+ 6,5	15	17	2
25 —	+ 6	16,5	17	0
26 —	+ 2	15	16	0,75
27 —	+ 2	16	15	0,25
28 —	+ 4	16	15	0,00
29 —	+ 3	16	16	1,25
30 —	+ 4	16	15	0,75
31 —	+ 4	16	17	0,50
1er février 1893.	+ 6	17	16	0
2 —	+ 6	17	17	0
3 —	+ 7	17	17	0
4 —	+ 1	16	16	0
5 —	— 2	15	18	1,50
6 —	— 2	16	17	3
7 —	+ 3	16	17	2
8 fév. 1893.	+ 3	16	16	0
9 —	+ 3	16	16	2
10 —	+ 6	16	17	1
11 —	+ 6	16	16	0
12 —	+ 4	16	16	0
13 —	+ 3	16	17	0,75
14 —	+ 6	16	17	0,75
15 —	+ 7	17	18	0,50
16 —	+ 5	17	18	1
17 —	+ 5	16	16	0
18 —	+ 9	16	17	0,5
19 —	+ 6	17	18	0,75
20 —	+ 6	17	17	0
21 —	+ 6	17	16	0
22 —	+ 4	16	17	0,75
23 —	+ 3	16	18,5	1,00
24 —	+ 3	16	16,5	0,25
25 —	+ 6	16	17	0,75
26 —	+ 6	16	16,5	0
27 —	+ 4	16	16	0,25
28 —	+ 7	16	18	0,25
1er mars 1893.	+ 5	17	18	1,00
2 —	+ 6	16	16,5	»
3 —	+ 10	17	17	0,00
4 —	+ 4	16	18	0,75
5 —	+ 8	16	16	0
6 —	+ 8	17	17	0

Total : 124,75

Dépenses comparatives pour 91 jours :

Anthracite : 750 kil. à 60 c. = 45 francs.

Gaz : 124 m. c. 75 à 30 c. = 37 fr. 42

Soit par jour :

Pour le poêle à anthracite = 0 fr. 49

Pour le poêle à gaz = 0 fr. 41.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE

Notice nécrologique sur Paul Lemonnier, membre du conseil d'administration de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, par M. A. Brüll.

M. Paul Lemonnier appartenait au Conseil de la Société d'Encouragement depuis le mois de février 1889. Le Comité des Arts mécaniques avait voulu s'attacher l'ingénieur expérimenté, le travailleur passionné pour le progrès, l'homme loyal et bon qu'entouraient l'estime et l'affection générales.

Dès l'année suivante, notre collègue présentait à la Société un intéressant travail (1) sur les locomobiles à lumière. Il montrait bien comment un heureux assemblage de perfectionnements récents, empruntés à la mécanique, à l'électricité et à l'optique avait doté nos armées d'un matériel qui facilitait la surveillance d'une place ou d'une position, et qui permettait d'exécuter pendant la nuit des travaux ou des opérations jusque-là presque impossibles; il rendait bien justice à tous ceux qui avaient combiné quelque élément de la nouvelle machine; mais, avec une modestie charmante, qui n'étonnera aucun de ses amis, il omettait de dire la part considérable qui lui revenait dans cette importante création.

Cet esprit de bienveillance sans aucun mélange d'égoïsme ou d'orgueil nous rendait précieux son commerce et sa collaboration.

Mais les ménagements qu'exigaient sa santé et celle de sa femme l'obligèrent bientôt à se retirer presque complètement à la campagne. Il quitta peu à peu ses travaux, et, depuis deux ans, il avait cessé de fréquenter nos réunions. La maladie triompha en peu de temps de sa robuste constitution et de sa forte volonté. Il souffrait beaucoup, et, malgré les soins dévoués de sa compagne bien-aimée, il mourut à Bougival le 27 juin 1894, dans sa cinquante-huitième année.

Une foule considérable d'amis, tout le personnel de l'établissement auquel il avait consacré tant d'années de travail, l'accompagnèrent à sa dernière demeure, et, au milieu de cette assistance consternée, d'éloquentes

(1) Bulletin d'avril 1890 : Sur les locomobiles militaires à lumière, par M. P. Lemonnier, membre du conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paroles de gratitude et d'adieu rendirent un hommage ému à l'homme de bien dont la perte attristait tous les cœurs.

La Société d'Encouragement a déjà exprimé le regret profond que lui cause cette disparition prématurée; elle voudra aussi retenir dans ses Annales le souvenir de cette vie trop courte et cependant si bien remplie.

Paul-Hippolyte Lemonnier est né à Sorèze, dans le département du Tarn, d'un père et d'une mère qui ont l'un et l'autre consacré leur vie à de nobles œuvres. Tous deux ont laissé une trace bienfaisante, et leur souvenir reste gravé dans bien des mémoires reconnaissantes.

Son père, Charles Lemonnier, qui entra en 1829 dans l'école Saint-Simonienne, dirigea en 1831, à Toulouse, l'enseignement de la nouvelle doctrine. Après la dispersion du centre Saint-Simonien, il fut pendant dix ans avocat à Bordeaux et devint, en 1845, directeur du contentieux du chemin de fer du Nord. Il fut le président de la « Ligue internationale de la liberté », et il fonda en 1869 le journal *les États-Unis d'Europe*, dans lequel il défendit pendant vingt-trois ans, jusqu'à son dernier souffle, la cause de la paix par l'arbitrage, avec une énergie et un dévouement que ne rebutait aucune difficulté. Ce philosophe a mis toutes les forces de son intelligence, il a mis tout son cœur au service désintéressé de convictions sincères et respectables.

La mère de notre collègue, Élisa Lemonnier, née Marie-Juliette Grimailh, en 1805, à Sorèze, et morte à Paris en 1865, est vénérée pour son intellligente bienfaisance. Après la révolution de 1848, émue par les misères que causait le chômage, elle créa au faubourg Saint-Martin un atelier de couture où, à force d'ingéniosité, d'activité et de talent d'administration, elle réussit à fournir des moyens d'existence à plus de deux cents mères de famille. Au milieu de ces ouvrières improvisées, elle put constater combien les connaissances professionnelles les plus élémentaires étaient rares parmi les femmes de Paris. C'est là qu'elle résolut de consacrer ses efforts à l'éducation et à l'instruction des filles. Mais c'est seulement en 1856, qu'après avoir donné à sa généreuse conception plusieurs formes successives, Élisa Lemonnier parvint à fonder la « Société de protection maternelle, » qui devint, six années plus tard, la « Société pour l'enseignement professionnel des femmes ». Cette société instruit aujourd'hui à Paris 450 élèves dans trois écoles, dont deux portent le nom d' « Écoles Élisa Lemonnier ».

Tels ont été les parents de Paul Lemonnier. Associé dès l'enfance à leurs œuvres philanthropiques, doué lui-même d'un cœur généreux, il apprit par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'exemple cette sympathie pour les humbles, dont il a donné tant de preuves.

Il fut élève à l'Ecole polytechnique en 1854-1856, et élève externe à l'École supérieure des mines de 1856 à 1859.

Il a débuté dans la carrière industrielle aux mines de charbon de la Grand'Combe, puis a été attaché en qualité d'ingénieur aux mines et fonderies de l'Aveyron jusqu'en 1864, et ensuite aux mines de charbon et de fer de Lalle et Bessèges.

Pendant la guerre de 1870, Lemonnier servit à Paris comme officier d'un corps franc de canonniers volontaires. Il s'était associé récemment avec M. E. Sautter, ingénieur constructeur à Paris, et leurs ateliers travaillèrent activement pour la défense nationale.

Cet établissement avait été fondé en 1825 par M. Soleil, sous la direction d'Augustin Fresnel, pour la construction des phares lenticulaires. Il était depuis 1825 sous la direction de M. Sautter qui, en 1867, l'avait transporté au Champ-de-Mars.

Dès son arrivée, Lemonnier, comprenant le premier l'importance de l'invention de M. Gramme, conseilla d'entreprendre la construction de sa machine. L'usine reçut une installation d'éclairage électrique lorsqu'il n'y avait encore à Paris que le seul atelier de l'inventeur qui fût ainsi éclairé.

Des machines à lumière furent fournies, notamment à la Marine et à la Guerre, pour les phares, les navires et les projecteurs. Le passage de nuit du canal de Suez fut en partie réalisé d'après les études et au moyen des appareils de MM. Sautter et Lemonnier. Des centaines d'installations ont été ainsi établies par eux de toutes pièces. Ils ont construit des tours en fer, des bouées et des balises, des signaux sonores, des moteurs à pression d'eau, des compresseurs d'air, des turbines à vapeur et quantité de machines diverses.

Pour suffire à ce rapide développement, Lemonnier dépensait sans compter une merveilleuse activité. Il mettait sans réserve, au service de l'œuvre commune, son talent d'ingénieur, ses hautes qualités d'administrateur, son prestige moral sur le nombreux personnel d'employés et d'ouvriers. Il fut toujours en parfaite harmonie de sentiments et d'idées avec son associé, tant dans les moments difficiles que pendant la prospérité.

Voici le témoignage si autorisé que M. Sautter est venu porter, le jour des obsèques, sur le fidèle compagnon de 26 années de travail :

Lemonnier était en toutes choses l'homme droit et intègre qui n'aime, ne cherche et ne dit jamais que la vérité. L'énergie s'alliait chez lui à la bonté, et ceux mêmes qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trouvaient parfois sa main rude étaient obligés de reconnaître, qu'au bureau comme à l'atelier, comme dans la conduite générale des affaires, il était toujours guidé par des sentiments de bienveillance et de justice. C'est ainsi qu'il était parvenu à gagner le respect et l'affection de tous, et à conquérir une autorité dont il ne faisait usage que pour la bonne marche, le crédit, le bon renom de la maison, que pour l'utilité et le bien-être de ses collaborateurs.

Toutes les questions relatives à l'amélioration du sort des apprentis, des ouvriers et des employés par le maintien d'une discipline à la fois ferme et douce, par une équitable participation aux bénéfices, par l'organisation des caisses de secours et de prévoyance l'intéressaient au plus haut point.

Personne n'était plus modeste que lui, plus indifférent aux honneurs et à l'argent, plus simple dans ses goûts et dans sa manière de vivre.

En dépit de ce détachement et de cette modestie, les éminentes qualités de Lemonnier, l'importance des services qu'il avait rendus, lui avaient valu de flatteuses distinctions. Chevalier de la Légion d'honneur en 1882, à la suite de l'Exposition d'électricité de 1881, membre de divers Jurys d'exposition, il fut élu, en 1886, Président de la Chambre syndicale des industries électriques, en raison de la part prépondérante qu'il avait prise à la fondation et à l'organisation de cette Chambre. La Société internationale des électriciens l'appela en 1888 au fauteuil de la présidence, occupé l'année précédente par notre collègue, M. Mascart, et qu'il céda pour 1889 à notre collègue, M. le général Sébert.

Dans ces situations honorifiques, Lemonnier prodiguait ses efforts et son dévouement; il donnait libéralement son temps si compté et le fruit si précieux de son expérience; sa bourse aussi, déjà ouverte à tant d'œuvres charitables, venait aider les entreprises utiles au progrès de l'industrie. C'est ainsi qu'il soutint de ses deniers l'œuvre de l'Enseignement professionnel des femmes, et qu'il fut le plus généreux des donateurs auxquels on doit l'établissement du nouveau laboratoire d'électricité de la rue de Staël.

Mais, si la reconnaissance qui lui était partout témoignée, si les satisfactions intimes que lui donnait sa conscience ont pu éclairer de quelque joie la vie de notre honoré collègue, la peine et la douleur ne lui ont pas non plus été épargnées. Il a beaucoup souffert, il a souvent pleuré : son fils unique lui fut enlevé à l'âge de vingt ans, sa première femme succomba après de longues souffrances à un âge encore peu avancé. Il supporta ces cruelles épreuves avec une admirable résignation. Atteint lui-même par la maladie, voyant la vie lui échapper au moment où il allait pouvoir jouir de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'aisance et du repos qu'il avait si dignement conquis et si bien mérités, il n'a pas eu une parole d'amertume; il a songé plus qu'à lui-même à ceux qu'il laissait après lui dans l'affliction.

La Société d'Encouragement a perdu un de ses membres dévoués qui, pendant toute une carrière d'honneur et de travail, a fait preuve de dons intellectuels éminents, de rares qualités de cœur, d'une exquise délicatesse de conscience.

ARTS MÉCANIQUES

LA MÉCANIQUE GÉNÉRALE AMÉRICAINE A L'EXPOSITION DE CHICAGO

PAR M. G. RICHARD, MEMBRE DU CONSEIL (*Suite*) (1)

LES MOULINS A VENT

Malgré leur très grande ancienneté, les moulins à vent n'ont guère été l'objet que d'un très petit nombre d'expériences méthodiques, et leur théorie, des plus difficiles (2), ne peut guère fournir que des résultats approximatifs.

D'après cette théorie, les ailes ou les lamelles des roues de moulins devraient être établies de manière à réaliser des surfaces gauches satisfaisant aux conditions suivantes :

Désignons par :

φ, l'angle d'une latte des ailes ou d'un élément de lamelle avec la vitesse u du vent, ou avec l'arbre de la roue supposé orienté dans le sens du vent; c'est l'*Angle of Impulse* des Anglais;

r, sa distance à l'arbre des ailes;

ω, la vitesse angulaire des aigles autour de cet arbre.

L'angle φ, qui donne, pour l'élément d'aile accroché à cette latte, le travail maximum est donné par la formule :

$$\operatorname{Tang} \varphi = \frac{3}{2}\frac{\omega . r}{u} + \sqrt{\frac{9}{4}\left(\frac{\omega r}{u}\right)^2 + 2}.$$

(1) Voir les *Bulletins* d'avril et d'août, 1894.

(2) *Smeaton*, « Philosophical Transactions, 1755 à 1763 ». *Coulomb*, « Théorie des machines simples ». *Haton de la Goupillière*, « Cours de Machines », vol. I, p. 373 (Paris, Dunod).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La dernière latte, située à l'extrémité R de l'aile, pour laquelle on a

$$\omega R = \alpha u,$$

sera inclinée d'un angle φ_1 tel que

$$\text{Tang } \varphi_1 = \frac{3}{2}\alpha + \sqrt{\frac{9}{4}\alpha_2 + 2}.$$

La valeur de $\alpha = \frac{\omega R}{u}$ varie de 2,5 à 2,7; c'est-à-dire que, dans la pratique, la vitesse des ailes à la circonférence varie de 2,5 à 2,7 fois la vitesse du vent.

Quant aux lattes intermédiaires entre la première et la dernière de chaque aile, on peut, en prenant pour α la valeur

$$\alpha = \frac{8}{3} = 2.67,$$

déterminer approximativement leur inclinaison par la formule

$$\text{Tang } \varphi = 4.\frac{r}{R} + \sqrt{16.\left(\frac{r}{R}\right)^2 + 2}.$$

On obtient ainsi, en donnant à chacune des lattes de l'aile, ou à chacun des éléments de l'ailette américaine, l'inclinaison spécifiée par cette formule, pour la toile ou pour l'ailette, une surface gauche dont le premier élément correspondant à $r=0$, est incliné de l'angle φ°, donné par la formule

$$\text{Tang } \varphi_0 = \sqrt{2}. \quad \text{d'où} \quad \varphi_0 = 54^\circ,45,$$

et dont la latte extrême, pour laquelle $r=R$, est incliné de

$$\text{Tang } \varphi_1 = 4 + \sqrt{18}. \quad \text{d'où} \quad \varphi_1 = 83^\circ,7.$$

La surface des ailes tendues ou des ailettes devrait donc présenter un gauche de

$$\varphi^1 - \varphi_0 = 28^\circ,22^1.$$

En pratique, la forme des ailes concorde rarement avec les indications de la théorie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau des « Angles of Weather (1) ».

$\frac{wR}{7u}$	$w_0 =$	$w_1 =$	$w_2 =$	$w_3 =$	$w_4 =$	$w_5 =$	$w_6 =$
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″
0.10	42 8 41	39 20 42	36 39 1	34 5 57	31 43 3	29 31 5	27 30 14
0.11	41 51 41	38 47 47	35 52 7	33 7 31	30 35 41	28 17 15	26 12 7
0.12	41 34 44	38 15 7	35 6 2	32 10 46	29 31 5	27 7 23	24 59 6
0.13	41 17 48	37 42 46	34 20 49	31 15 51	28 29 17	26 1 22	23 50 46
0.14	41 0 55	37 10 44	33 36 32	30 22 32	27 30 14	24 59 6	22 47 22
0.15	40 44 4	36 39 1	32 53 10	29 31 5	26 33 54	24 0 23	21 48 5
0.16	40 27 17	36 7 40	32 10 46	28 41 25	25 40 12	23 5 4	20 52 48
0.17	40 10 33	35 36 40	31 29 21	27 53 31	24 49 4	22 12 59	20 1 15
0.18	39 53 53	35 6 2	30 48 56	27 7 23	24 0 23	21 23 55	19 13 7
0.19	39 37 16	34 35 17	30 9 29	26 22 57	23 14 4	20 37 43	18 28 10
0.20	39 20 42	34 5 57	29 31 5	25 40 12	22 30 0	19 54 10	17 46 8
0.21	39 4 12	33 36 32	28 53 40	24 59 6	21 48 5	19 13 7	17 6 47
0.22	38 47 47	33 7 31	28 17 15	24 19 34	21 8 13	18 34 24	16 29 56
0.23	38 31 25	32 38 56	27 41 50	23 41 35	20 30 16	17 57 51	15 55 21
0.24	38 15 7	32 10 46	27 7 23	23 5 4	19 54 10	17 23 20	15 22 53
0.25	37 58 55	31 43 3	26 33 54	22 30 0	19 19 48	16 50 42	14 52 21
0.26	37 42 46	31 15 51	26 1 22	21 56 18	18 47 3	16 19 50	14 23 36
0.27	37 26 43	30 48 56	25 29 46	21 23 55	18 15 52	15 50 35	13 56 30
0.28	37 10 44	30 22 32	24 59 6	20 52 48	17 46 8	15 22 53	13 30 56
0.29	36 54 50	29 56 35	24 29 18	20 22 54	17 17 46	14 56 36	13 6 46
0.30	36 39 1	29 31 5	24 0 23	19 54 10	16 50 42	14 31 38	12 43 54
0.31	36 23 18	29 6 2	23 32 19	19 26 32	16 24 51	14 7 55	12 22 15
0.32	36 7 40	28 41 25	23 5 4	18 59 58	16 0 10	13 45 21	12 1 43
0.33	35 52 7	28 17 15	22 38 38	18 34 24	15 36 33	13 23 53	11 42 14
0.34	35 36 40	27 53 31	22 12 59	18 9 48	15 13 58	13 3 25	11 23 43
0.35	35 21 18	27 30 14	21 48 5	17 46 8	14 52 21	12 43 54	11 6 6
0.36	35 6 2	27 7 23	21 23 55	17 23 20	14 31 38	12 25 16	10 49 20
0.37	34 50 53	26 44 57	21 0 28	17 1 23	14 11 47	12 7 29	10 33 21
0.38	34 35 47	26 22 57	20 37 43	16 40 13	13 52 45	11 50 28	10 18 12
0.39	34 20 49	26 1 22	20 15 37	16 19 50	13 34 30	11 34 11	10 3 32
0.40	34 5 57	25 40 12	19 54 10	16 0 10	13 16 57	11 18 36	9 49 37
0.41	33 51 12	25 19 27	19 33 21	15 41 11	13 0 6	11 3 40	9 36 18
0.42	33 36 32	24 59 6	19 13 7	15 22 53	12 43 54	10 49 20	9 23 33
0.43	33 21 58	24 39 8	18 53 29	15 5 12	12 28 19	10 35 35	9 11 20
0.44	33 7 31	24 19 34	18 34 24	14 48 8	12 13 19	10 22 23	8 59 37
0.45	32 53 10	24 0 23	18 15 52	14 31 38	11 58 53	10 9 42	8 48 23
0.46	32 38 51	23 41 35	17 57 51	14 15 42	11 44 57	9 57 30	8 37 35
0.47	32 24 48	23 23 9	17 40 21	14 0 17	11 31 32	9 45 45	8 27 12
0.48	32 10 46	23 5 4	17 23 20	13 45 21	11 18 36	9 34 27	8 17 13
0.49	31 56 51	22 47 22	17 6 47	13 30 56	11 6 6	9 23 33	8 7 37
0.50	31 43 3	22 30 0	16 50 42	13 16 57	10 54 3	9 13 3	7 58 22

(1) Dans ce tableau, la première colonne représente les valeurs de $\frac{w^2}{u}$ pour $r = \frac{R}{7}$, et $w_0, w_1, w_2, \ldots w_6$, les valeurs correspondantes de w pour $r = \frac{R}{7}, \frac{2R}{7}, \frac{3R}{7}, \ldots \frac{6R}{7}$ (comme exemple d'application, voir la légende de la fig. 1).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En Amérique, on applique souvent la formule approximative de Wolff (1)

$$\text{Tang } \varphi = \frac{\omega r}{u} + \sqrt{1 + \left(\frac{u}{\omega r}\right)^2},$$

d'où l'on déduit, pour l'angle du vent : $w = (90^\circ - \varphi)$ ou l' « *Angle of Weather* »

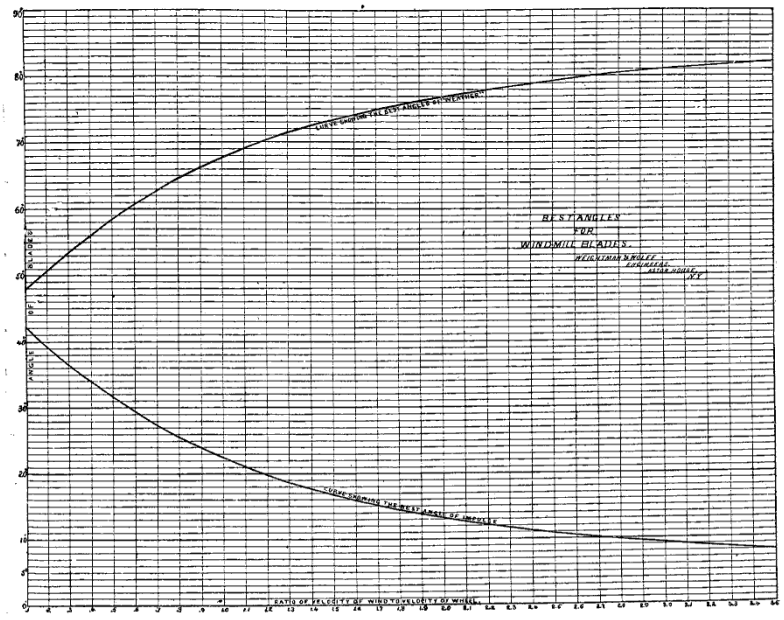


Fig. 1. — Diagramme *de Wolff*.

La courbe inférieure est construite en prenant pour abscisses les rapports $\frac{\omega r}{u}$ et pour ordonnées les angles w correspondants, donnés par la table page 640. La courbe supérieure donne les valeurs corrélatives de l'angle $\varphi = (90^\circ - w)$ *Exemple :* pour $R = 5^m$, avec un moulin faisant 30 tours par minute et u, vitesse du vent, = 10 m.

$$\frac{\omega R}{7u} = 0{,}21;$$

d'où, pour les différentes valeurs de w. $w_0 = \left(\text{pour } r = \frac{R}{7} = 0^m{,}70\right) = 39^\circ$

$$w_1 = \left(\text{pour } r = \frac{R \times 2}{7} = 1^m{,}40\right) = 32$$

$$w_2 = \left(\text{pour } r = \frac{R \times 3}{7} = 2^m{,}10\right) = 27$$

On voit, d'après ce diagramme, que w diminue très lentement avec le rapport $\frac{\omega R}{u}$ à partir de $\frac{\omega R}{7u} = 3$, valeur pour laquelle $w = 9^\circ$.

des Anglais, la table suivante, dont les résultats sont représentés par le diagramme fig. 1, connu sous le nom de diagramme de Wolff.

(1) The « *Windimill as a Prime Mover* ». 1 vol. New-York, J. Wiley. « *Engineering and Mining Journal*, 7 et 14 oct. 1876, 26 oct. 1878. « *American Society of Mechanical Engineers* », 22 avril 1882. « *Journal of the Franklin Institute* », juillet 1882. « *American Engineer* », 4 juillet, 7 oct. 26 déc. 1884.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Partant de ces angles, on peut évaluer approximativement, en kilogrammètres par seconde, la puissance T d'une roue composée de N ailettes de longueur $R - r_0$, et de largeurs successives $l_0\ l_1\ l_3 \ldots$ L, exprimées en mètres, par la formule

$$T = N\frac{R. - r_0 K.d}{4g.}u^3\left(\frac{2\sin^2\varphi_0 - 1}{\sin^2\varphi_0.}l_0 + \frac{2\sin^2\varphi_1 - 1}{\sin^2\varphi_1}l_1 \ldots \right.$$
$$\left. + \frac{2\sin^2\varphi_R - 1}{\sin^2\varphi_R}L.\right)$$

Dans cette formule, on désigne par g l'accélération de la pesanteur, par K un coefficient représentatif du frottement de l'air, égal à 0,93, et par d la densité ou le poids du mètre cube d'air à la vitesse u, à la température et à la pression atmosphérique actuelle.

On emploie souvent en France, pour évaluer approximativement la puissance des moulins à vent, la formule

$$L = \frac{Su^3}{3}$$

ou, en chevaux, $N = 0{,}0045\ Su^3$. S, étant la surface totale de la toile en mètres carrés.

Quant à la loi qui relie la pression normale p du vent à sa vitesse u, on la représente ordinairement par la formule

$$p. \quad \begin{matrix}\text{kil. par mètre carré.}\\ = 0.15u^2.\\ \text{mètres par seconde.}\end{matrix}$$

D'après *M. Rouse*, ces pressions seraient données approximativement par le tableau suivant :

u. mètres par seconde.	p. kil. par mètre carré.	Dénomination usuelle du vent
0,45	0,25	à peine sensible.
0,90	1,02	»
1,35	2,15	»
1,80	3,90	bonne brise
2,20	5,40	»
4,50		»
6,60	9,70	forte brise.
9	14,5	»
11	21,5	grand vent.
13	30	»
15	38	tempête.
18	48	»
21		»
22	59	»
27	87	grande tempête.
36	152	ouragan emportant les arbres.
45	240	cyclone.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On admet au contraire généralement, en France, qu'un bon vent de 9 à 10 mètres ne donne que 10 kilogrammes environ de pression par mètre carré.

Quant à l'inclinaison du vent sur l'horizon elle varie, en France, de 8 à 15° environ; de là, l'habitude d'incliner l'arbre des ailes d'une dizaine de degrés.

La puissance moyenne que l'on peut espérer tirer d'un moulin ne peut, d'autre part, s'estimer que par une connaissance exacte du régime moyen des vents à l'emplacement même du moulin, régime qui varie d'une année à l'autre, suivant la hauteur du moulin, son plus ou moins d'abri, etc., de sorte que l'on ne peut jamais arriver qu'à des approximations très vagues.

HEURES.	SAISON CHAUDE.			SAISON FROIDE.		
	TOUR.	BUREAU météorologique.	RAPPORT.	TOUR.	BUREAU météorologique.	RAPPORT
	mètres.	mètres.		mètres.	mètres.	
0 (minuit)	8,48	1,85	4,6	8,56	1,57	5,5
1	8,42	1,73	4,9	8,49	1,54	5,5
2	8,10	1,61	5	8,54	1,42	6
3	7,97	1,62	4,9	8,39	1,33	6,3
4	7,68	1,50	4,8	8,54	1,43	6
5	7,49	1,50	5	8,64	1,48	5,8
6	7,68	1,64	4,3	8,79	1,54	5,7
7	6,55	1,86	3,5	8,88	1,58	5,6
8	5,60	2,09	2,7	8,56	1,59	5,4
9	5,47	2,40	2,3	8,19	1,77	4,6
10	5,35	2,66	2	7,59	2	3,8
11	5,94	2,95	2	7,22	2,29	3,2
12 (midi).	6,03	3,07	2	7,24	2,43	3
13	6,32	3,19	2	7,31	2,43	3
14	6,44	3,07	2,1	7,35	2,47	3
15	6,21	2,82	2,2	7,21	2,13	3,4
16	6,46	2,85	2,3	7,65	2,10	3,6
17	6,69	2,78	2,4	7,89	1,89	4,2
18	6,73	2,47	2,7	8,43	1,84	4,6
19	6,98	2,11	3,3	8,60	1,72	5
20	7,72	2,02	3,8	9	1,65	5,5
21	8,12	1,98	4,1	8,62	1,67	5,2
22	8,60	2,07	4,2	8,47	1,62	5,2
23	8,75	1,95	4,5	8,37	1,42	4,9
MOYENNES .	7,05	2,24	3,1	8,19	1,80	5,6

Aux États-Unis, on suppose conventionnellement que l'on peut disposer en moyenne de l'équivalent d'un vent de 7 mètres par seconde, soufflant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendant le 1/3 de l'année, ou 8 heures par jour : soit, pour u, une moyenne générale de $2^m,30$, et les moulins sont établis pour marcher convenablement avec des vents à vitesse d'environ 3 mètres par seconde.

Comme élément de comparaison, nous donnons ci-dessus la moyenne des vitesses des vents relevés en 1891, par le Bureau météorologique de Paris, à 20 mètres de hauteur et au sommet de la tour Eiffel, où la vitesse du vent est beaucoup plus forte, et surtout plus constante en grandeur et en direction.

La détermination de la puissance probable d'un moulin à vent est donc toujours *excessivement aléatoire*, aussi ne doit-on adopter qu'avec toutes les réserves que comporte la question les tableaux suivants, donnés par M. Wolff, comme s'appliquant avec une approximation suffisante aux moulins du type *Corcoran*, l'un des plus répandus aux États-Unis, marchant pendant 8 heures par jour, ou 2 920 heures par an, avec un vent de 7 mètres à la seconde.

Diamètre de la roue.	Tours par minute.	Puissance en chevaux.
mètres.		chevaux.
2,60	70 à 75	0,04
3,00	60 à 65	0,12
3,65	55 à 60	0,21
4,25	50 à 55	0,28
4,85	45 à 50	0,41
5,50	40 à 45	0,61
6,00	35 à 40	0,78
7,60	30 à 35	1,34

DIAMÈTRE de la ROUE.	PUISSANCE EN CHEVAUX pendant 8 h. par jour.	DÉPENSES PAR HEURE DE TRAVAIL.					PRIX du CHEVAL-HEURE.
		Intérêts des moteurs et des constructions à 5 0/0 du prix d'achat.	Dépréciation et réparations à 5 0/0 du prix d'achat.	Surveillance.	Huile.	Total.	
mètres.		centimes.	centimes.	centimes.	centimes.	centimes.	centimes.
2,60	0,04	1,25	1,25	0,30	0,20	3,00	75,0
3,00	0,12	1,50	1,50	0,30	0,20	3,50	29,0
3,65	0,21	1,80	1,80	0,30	0,20	4,10	19,5
4,25	0,28	3,75	3,75	0,30	0,35	8,15	29,0
4,85	0,41	5,75	5,75	0,30	0,35	12,15	29,5
5,50	0,61	6,85	6,85	0,30	0,35	14,15	23,0
6,00	0,79	8,50	8,50	0,30	0,50	17,80	22,5
7,60	1,34	10,25	10,25	0,30	0,50	21,30	15,0

D'après ce même auteur, un moulin à roue de $3^m,20$ fournit en moyenne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2 ch. 4, avec une dépense de 0 fr. 12 par cheval-heure (1). D'autre part, un moulin ordinaire, du type flamand, à 4 ailes de 21 mètres de diamètre, donne, d'après Coulomb, une puissance d'environ 7 chevaux, avec un vent de 7 mètres à la seconde.

La puissance des moulins à vent augmentant comme le cube de la vitesse du vent, c'est-à-dire très rapidement avec cette vitesse, et cette vitesse

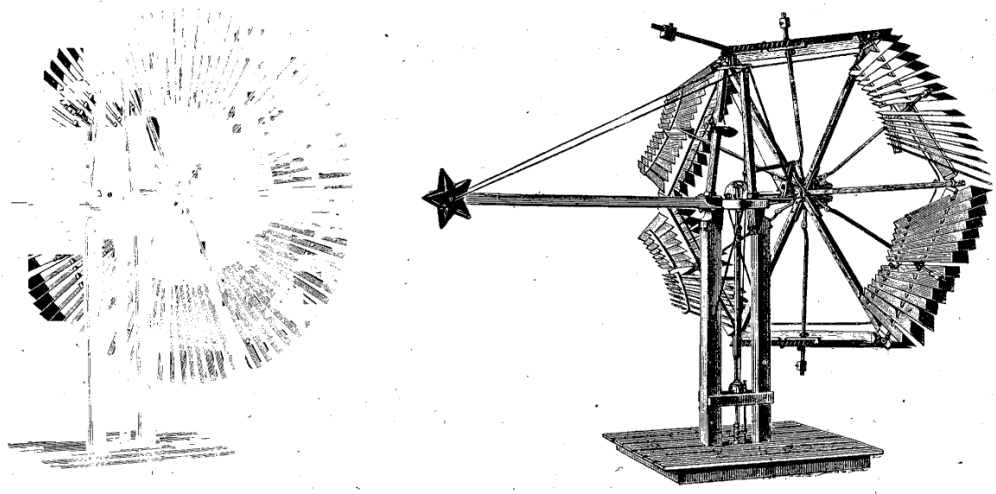


Fig. 2 et 3. — Moulin sans gouvernail (*Vaneless*) *United States Wind Engine and Pump C°* (Baltimore).

Ce moulin marche avec vent arrière, de sorte qu'il se maintient automatiquement dans la direction du vent, sans le secours d'aucun gouvernail. La roue, du type *Halladay*, se replie comme de fig. 2 à fig. 3 quand le vent augmente, avec une sensibilité réglée par le régulateur à poids, qui se soulève comme on le voit de fig. 2 à fig. 3, et s'oppose au ployage des ailes d'autant plus que le vent augmente. Le poids de la roue est équilibré par l'étoile en fonte que l'on voit au bout du bras qui remplace le gouvernail ordinaire (fig. 2).

variant elle-même entre des limites très étendues, de 4 à 15 mètres à la seconde en moyenne, il s'ensuit que ces moulins doivent toujours être établis beaucoup trop puissants pour la plus grande vitesse du vent utilisable sans danger, et trop faibles pour la plus petite, dont on veut toujours profiter. De là, la nécessité de pouvoir faire varier dans une grande étendue soit la surface S de la roue du moulin, soit l'orientation de cette roue par rapport au vent. — Cette régularisation des ailes, si difficile sur nos grands moulins, a été résolue, sur les moulins américains, par des mécanismes

(1) *The Windmill*, p. 139.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

automatiques simples, légers et très ingénieux, dont l'application a été rendue possible parce que les Américains ont remplacé nos grandes ailes

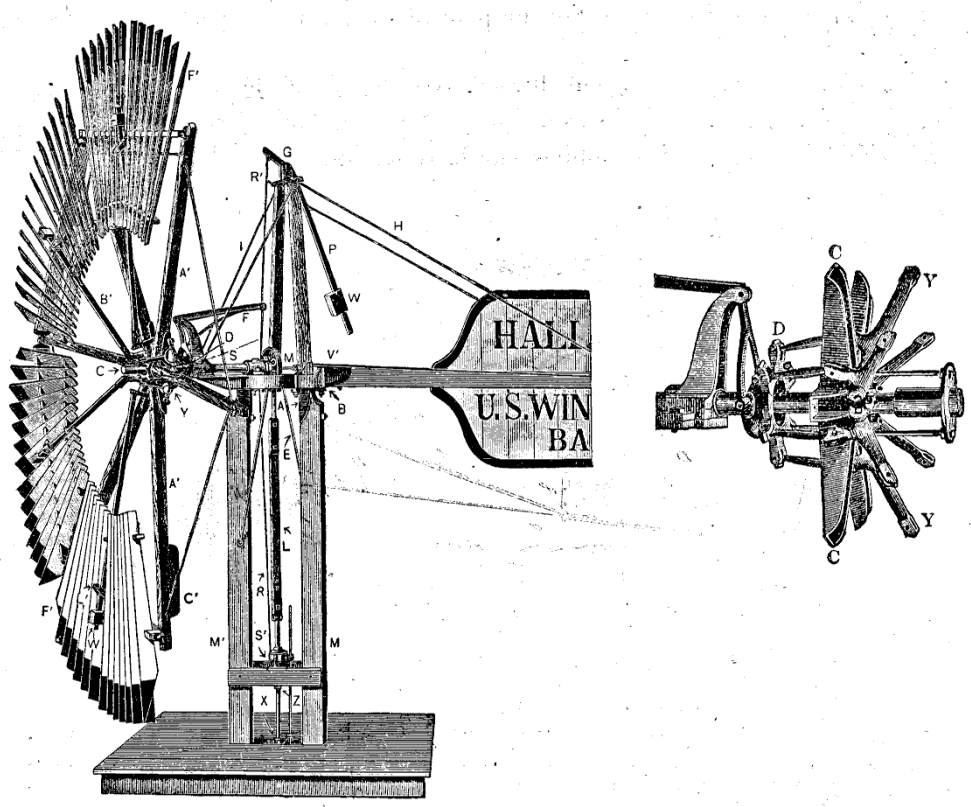


Fig. 4 et 5. — Moulin *Halladay* (type de la U. S. Wind Engine and Power C°).
Ensemble de la roue et détail du régulateur centrifuge.

W, poids à l'extrémité du levier P, G, relié par la corde R′ au levier F, dont la fourche commande (fig. 5) par le manchon D les leviers Y, articulés aux bielles B′ des ailettes F′. W′, masses dont la force centrifuge agit en opposition de W, pour replier les ailes à mesure que la vitesse augmente, comme de fig. 2 à fig. 3. A′, bras de la roue fixés dans le tourteau *c* (fig. 5), calé sur l'arbre S, et réunis, vers la circonférence, par les barres d'articulation des ailettes F′. L'arbre S, à coussinet en métal Babbitt, porte un disque manivelle M, qui commande la tige L de la pompe, et dont la course peut facilement se changer, et la tige L est reliée à son prolongement X par un joint universel S Z, permettant à la plaque B de tourner sur sa plate-forme A en suivant la direction du vent. EE, tirants assujettissant la plate-forme A sur les montants MM′. B est porté sur A par des galets anti-friction qui n'exigent aucun graissage. R, corde permettant de manœuvrer les ailettes F à la main, du bas de la tour. H, tirants d'attache du bras V′ du gouvernail.

très écartées par une multitude de petites ailettes fixes ou articulées, occupant presque toute la surface décrite par la partie utilisable de la roue (1).

(1) Principe indiqué par *Medhurst* dès 1799 (brevet anglais 2299). La plupart des perfectionnements que l'on rencontre sur les moulins américains ont été indiqués et parfois même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est de l'application de ce principe que provient l'aspect si léger, si peu encombrant, la grande activité relative des moulins américains, le bon marché incomparable de leur installation qui en a permis l'utilisation dans une foule de circonstances où l'on ne pouvait songer à nos types européens.

Régularisation. — On peut diviser, avec M. Wolff, les moulins américains en deux grandes classes : suivant que leur régularisation s'opère par le repliement de leurs ailes mobiles sur la roue, au moyen d'un régulateur

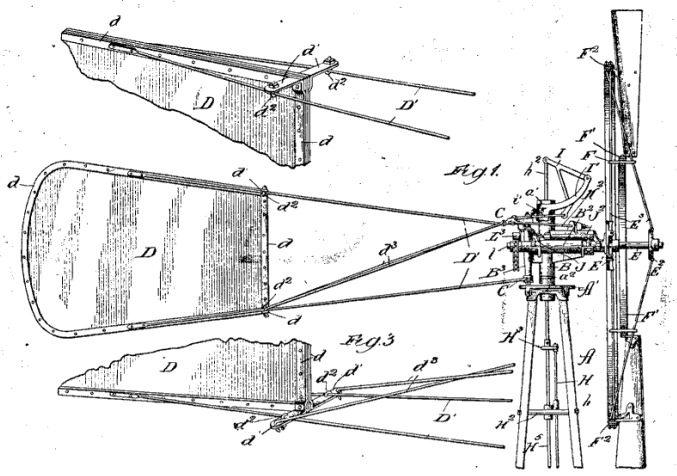


Fig. 6, 7 et 8. — Moulin de *Snow*. (Elgin Wind Power and Pump C°.)
Ensemble du beffroi et détail du gouvernail.

D, gouvernail en tôle d'acier, avec cadre en fers plats dd, repliés en d' et attaché aux balanciers CC par les tringles $D'd_2$, avec diagonales d_2 (pour les autres lettres voir les légendes des figures 9 à 25).

généralement à force centrifuge, ou par le défilement de leur roue à ailettes fixes, au moyen d'une paire de gouvernails orthogonaux placés l'un dans le prolongement de l'axe de la roue et l'autre perpendiculairement à cet axe. Le premier de ces gouvernails maintient normalement la roue face au vent, et l'autre la défile ou l'incline sur le vent s'il devient trop fort.

L'action du premier gouvernail peut être aidée ou même remplacée par

exécutés par de nombreux inventeurs : notamment, en France, par *Amédée Durand* en 1836, (Haton de la Goupillière, *Cours de Machines*, vol. II, p. 568, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1830, p. 153) et en Angleterre, par *Andrew Meikle*, en 1780 (*Appleton's Cyclopædia*, vol. II, p. 951) et *Sir William Cubitt*. (Rankine, *la Machine à vapeur*, Paris, Dunod, p. 234. Brevet anglais 3041 de 1807.) Voir aussi les brevets anglais *Wiseman* (1399 de 1783). *Hilton et Mead* (1484 et 1628, de 1785 et 1787), et les brevets français de *Dellon et Formes* (75200 de 1867). *C. de Laguerenne* (19,571 de 1871), *Lepaute* (137,870 de 1880).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celle d'une petite roue perpendiculaire à celle du moulin, tournant sous l'action du vent jusqu'à ce qu'elle ait ramené, par une transmission facile à imaginer et dont nous verrons quelques exemples, le moulin face au vent.

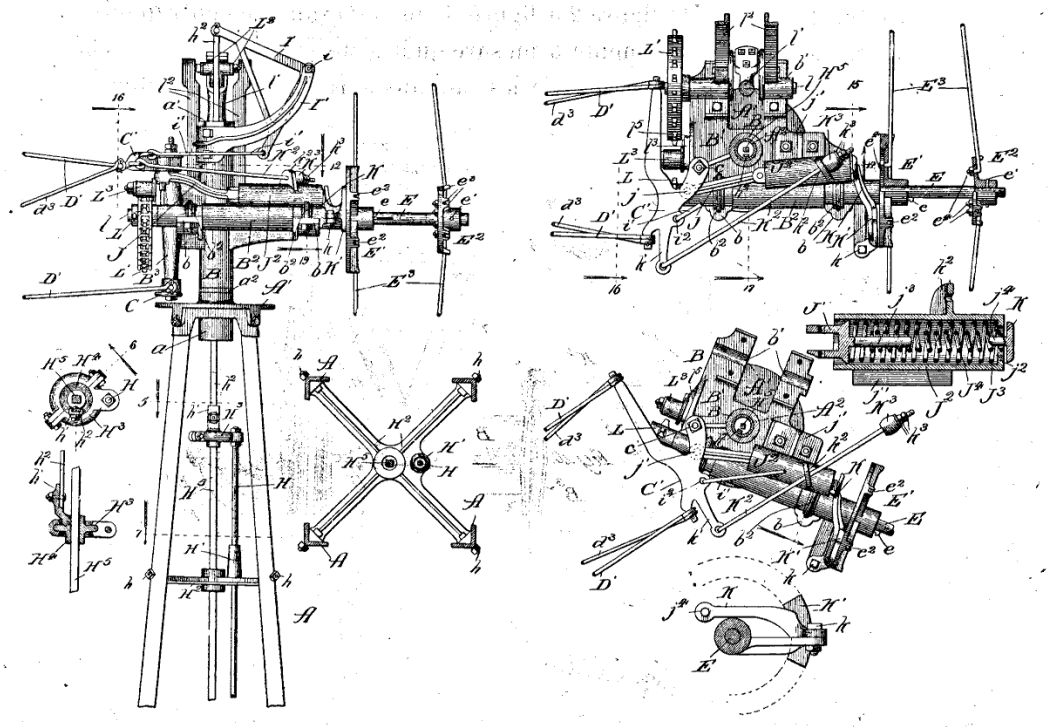


Fig. 9 à 16. — Moulin *Snow*. Détail du beffroi. Élévation. Coupes 5, 6, 7 et 12 : cette dernière en deux vues, avec le gouvernail dans l'axe de la roue (fig. 13) et incliné (fig. 14). Détail du cylindre J_2 (Coupe 14, fig. 9) et du frein K (Coupe 15, fig. 9).

B, manchon pivoté en a_3 (fig. 21) sur la plate-forme A′ de la tour A, et portant une plate-forme B′, à trois paliers : 1° le palier B_2 de l'arbre E de la roue, attaché aux oreilles *bb*, par les brides b_2b_2 (fig. 17 et 18), faciles à démonter; 2° le palier *b′* (fig. 14) de la manivelle *b′b* (fig. 19) qui commande la tige H_5 de la pompe; 3° le palier vertical B_3 (fig. 20) sur lequel les balanciers CuC′ du gouvernail (fig. 7 et 17), pivotent autour d'un boulon *c* (fig. 20) avec jeux de rattrapage d'usure *c′c′*. H, tringle de manœuvre, fixée au manchon H_3, que traverse la tige H_5 de la pompe, et articulée par son prolongement h_2 au levier I I′, pivoté en *i*, et qui commande par la bielle $i'i_2$ le balancier C′. JJ′, bielle articulée au balancier C′ et à la tige j_3, du double ressort J_3J_4, enfermé dans le cylindre J_2, fixé en *j′* sur B′, percé en j_2 pour le passage de la butée j_4 du levier K*k* du frein K′ (fig. 16). K_2, tige guidée k_2, avec butée élastique K_3k_3, et articulée au bras *k′* du balancier C′, dont elle limite le pivotement. H^2, plate-forme guide de H et de H_5, boulonné en *h* sur A. (Pour les autres lettres voir les légendes des fig. 6 et 17.)

Enfin, dans bien des cas, les gouvernails peuvent, comme nous le verrons, s'incliner l'un par rapport à l'autre, de manière à permettre de régler à volonté l'inclinaison moyenne du moulin sur le vent.

Pour les petits moulins, on va parfois jusqu'à supprimer complètement le gouvernail. Comme exemple de cette simplification, je citerai les petits

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moulins à vent arrière de la *United States Wind Engine and Pump C°* représentés par les figures 1 et 2. Ces moulins marchent vent arrière, de manière à s'orienter d'eux-mêmes sur leur pivot; ils sont équilibrés par un contrepoids fixe en forme d'étoile; et, quand le vent augmente trop, leurs ailes se replient comme de figure 2 à figure 3, en soulevant un contrepoids dont le moment résistant augmente à mesure qu'il s'élève.

Régulateurs centrifuges. — Parmi les moulins à régulateur centrifuge,

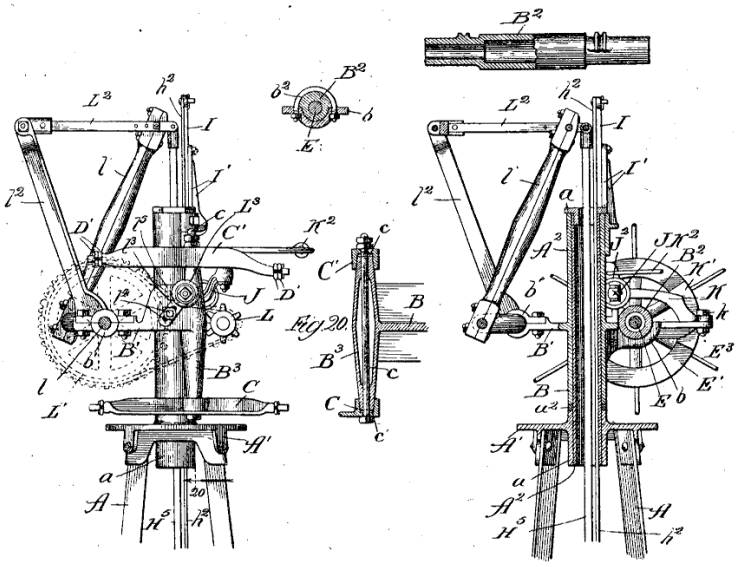


Fig. 17 à 21. — Moulin *Snow*. Détail du palier B_2 et B_3 et du mécanisme de commande de la tige H_5 de la pompe. (Élévation 16 et coupe 17, fig. 9.)

A, tube calé dans la plate-forme A', autour duquel pivote, sur bague en bronze a_2, le manchon B, maintenu par la bague filetée a'. L, pignon calé sur l'arbre de la roue, et commandant, par la transmission à chaîne. $L'b'$, la manivelle l de la bielle l', articulée au levier L_2, lequel, pivoté sur le bras l_2, attaque la tige H_5 de la pompe. L_3 galet tendeur de la chaîne à bras l_3, réglable par la coulisse l_4. (Pour les autres lettres voir la légende des fig. 9 à 16.)

l'un des plus employés est celui de *Halladay* (fig. 4) qu'il me suffira de rappeler, parce qu'il est déjà bien connu en France, où il est construit par M. Shabaver, de Castres (1).

Les ailettes F', articulées comme celles de la figure 3, sont commandées par des bielles radiales B', articulées aux leviers Y (fig. 5), reliées par les biellettes à un manchon D. Ce manchon est sollicité, par le levier F du contrepoids W, à s'avancer à droite (fig. 5) de manière à ouvrir les ailettes à

(1) *Publication industrielle d'Armengaud*, 1884, p. 112; *Portefeuill des Machines*, mars 1886; *Bulletin des Arts et Métiers*, avril 1885.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mesure que le vent diminue, tandis que les masses centrifuges W' tendent à replier ces ailes comme en figure 3, malgré W, quand la vitesse de la roue augmente.

Le régulateur centrifuge, dont il existe un grand nombre de variétés, est plus sensible que les gouvernails, mais ceux-ci sont en général plus simples et suffisamment sensibles pour la grande majorité des cas; aussi

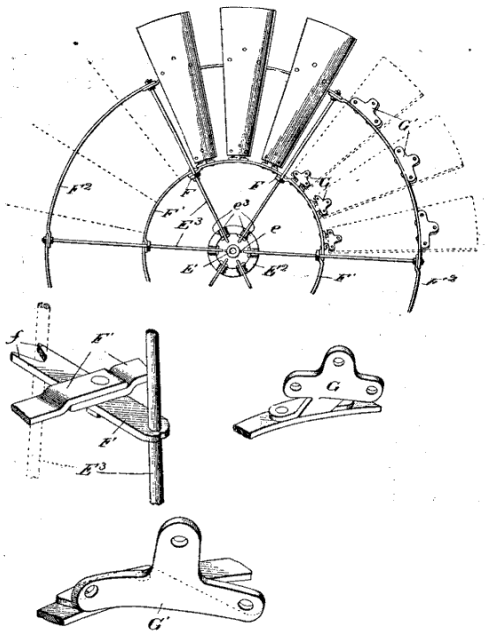


Fig. 22 à 25. — Moulin *Snow*. Détail de la roue, des attaches G et G', des ailettes et des rayons E_3.

E_3 rayons inclinés convergents recourbés et boulonnés comme e_4 (fig. 13) dans les encoches e_3 des plateaux E E_2 calés en *e e'* (fig. 9) sur l'arbre E de la roue. F, entretoises des rayons, qu'elles embrassent en *f*, et boulonnées sur les assemblages des segments F' F_2 des cercles de la roue (fig. 7).

semblent-ils actuellement préférés aux États-Unis, bien que la plupart des constructeurs continuent à exploiter les deux systèmes de moulins.

Régularisation par gouvernail. — Parmi les régulateurs à gouvernails, l'un des plus connus est celui de *Corcoran* ou du *Moulin Éclipse*, suffisamment connu et déjà répandu en France, pour qu'il soit inutile de le décrire à nouveau (1).

(1) Construit par Beaume, à Boulogne-sur-Seine. *Bulletin de la Société des ingénieurs civils*, nov. 1884, p. 514. Gustave Richard : *Les moteurs secondaires à l'Exposition* de 1889, p. 438; *Génie civil*, 3 mars 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous décrirons au contraire en détail quelques types nouveaux, moins répandus, mais encore peu connus chez nous.

Les figures 6 à 25, qui représentent les principales parties d'un moulin à ailes d'acier de moyenne importance du type « *Solid Wheel* » construit

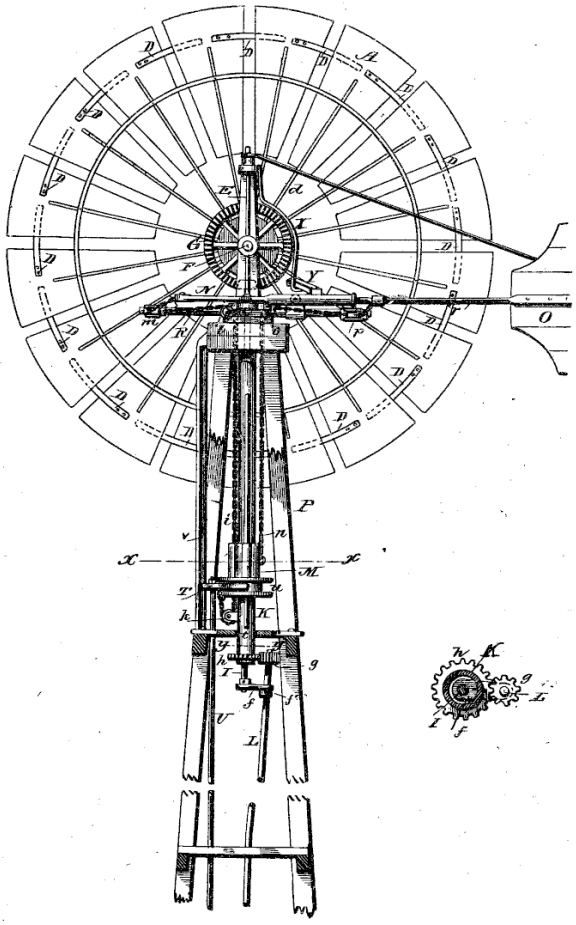


Fig. 26 et 27. — Moulin *Wallace*. Ensemble du beffroi et détail de la commande *h g* de la transmission. (Même légende qu'en fig. 28.)

par la « *Elgin Wind Power and Pump C°* », vont nous permettre d'exposer les principales particularités de la construction d'un type de ces appareils assez répandu aux États-Unis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mat A porte (fig. 21) une plate-forme A', avec douille *a*, dans laquelle est emmanché à force le tube A_2. Sur ce tube, on emmanche, maintenu par

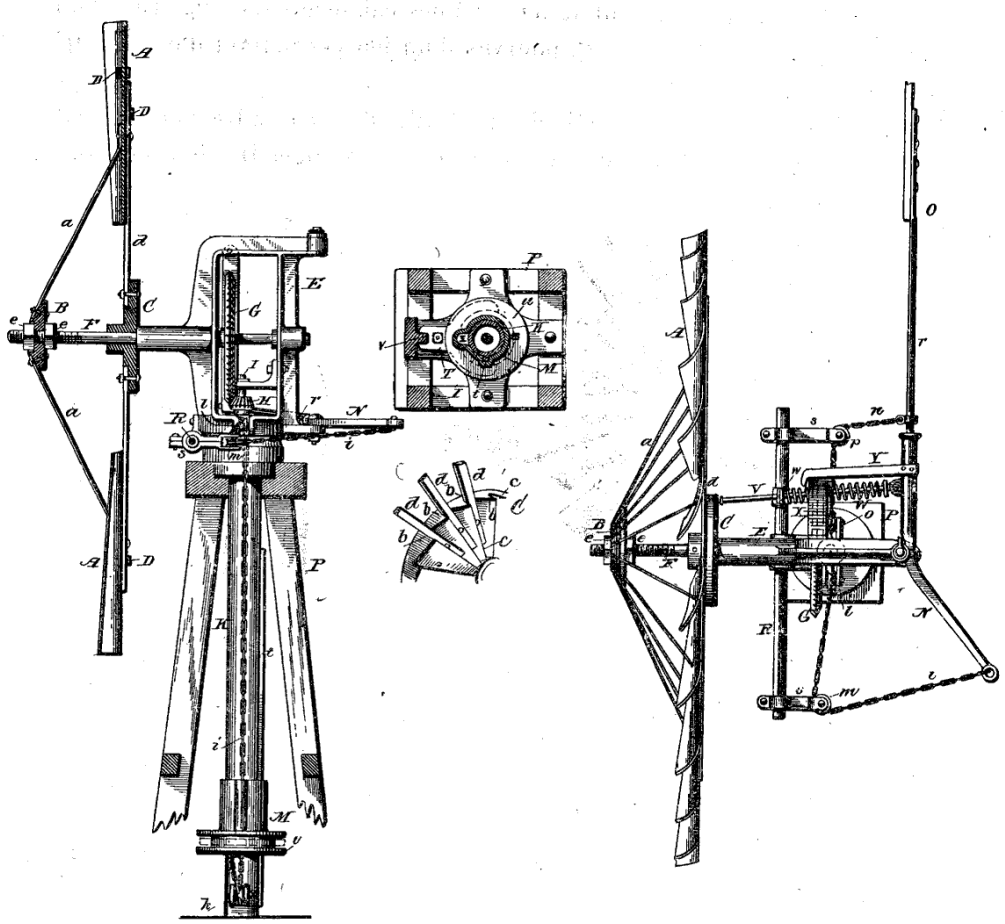


Fig. 28 à 32. — Moulin *Wallace*. Détail du beffroi. Élévation et plan du moulin en position hors du vent. Coupe *xx* (fig. 26) et détail du plateau C.
(Même légende qu'en fig. 29).

A, ailettes en tôle d'acier fixées sur les rayons *d*, attachés en *b c* au plateau C de l'arbre F, avec baguettes *a*, attachées de même au plateau B, à une distance de C réglée par les écrous *e e*. D, bandes reliant entre elles les ailettes A, et passant (fig. 26) alternativement de l'extérieur de l'une à la face intérieure de l'autre. E, châssis pivoté sur le tube K, fixé à la tour P. G, pignon commandant par H l'arbre I, dont le bras *f f'* (fig. 26) fait rouler sur le pignon *h* du tube fixe K, le pignon *g* (fig. 27) de l'arbre L. M, manchon rainuré en *t* sur K, commandé à la main par la tige V à fourche T et auquel sont attachées (fig. 26) deux chaînes *c* et *n*, aboutissant (fig. 32) l'une, par *k m l*, au bras N du gouvernail O, et l'autre, par *o p*, au bras *r*. R, bras du châssis E, portant en *s s* les galets *o* et *p*. W, ressort à tige V, qui limite le rabattement du gouvernail, et maintenant les chaînes *n* et *i* tendues quand le moulin est hors du vent, en même temps que le bras Y de *r* arrête la roue en appuyant sur le frein X.

le collet vissé *a'*, et pivotant sur une rondelle en bronze a_2, le manchon B*s'*, *a'* plate-forme B'. Cette plate-forme porte trois paliers : celui B_2 (fig. 13) de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'arbre de la roue, attaché en $b\,b$ par des brides $b_2\,b'$; celui b_4 de la manivelle de la pompe, et le palier vertical B_3 (fig. 20) du boulon c du gouvernail. Les tiges D′ de ce gouvernail sont attachées à des balanciers C C′ (fig. 19) pivotés sur B_3 par des capuchons $c'\,c'$, pourvus d'un jeu permettant d'en rattraper les usures.

Le gouvernail est en une tôle d'acier D (fig. 6), avec cadre d en fers plats, recourbés en d' pour permettre l'attache en d_2 des tiges D′ : le cadre formé

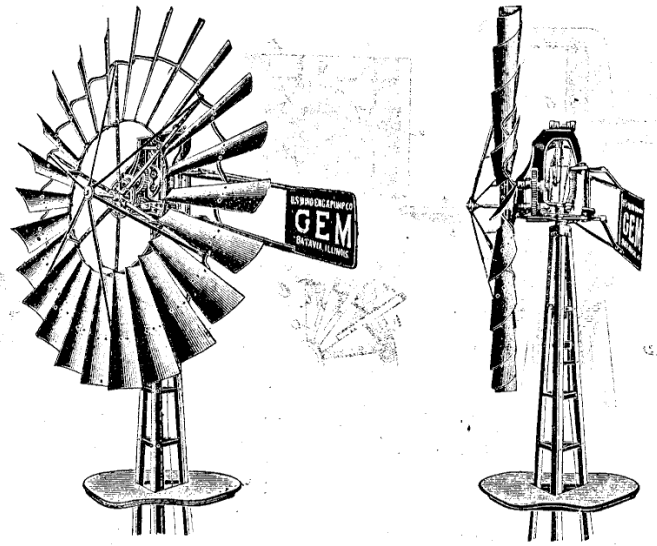


Fig. 33 et 34. — Moulin *Gem* (*U. S. Wind and Power C°*) en travail et au repos, type *Solid Wheel*, à ailettes fixes en tôles d'acier, commandant la tige de la pompe par une transmission réductrice dans le rapport de 2 à 1, avec portées sur coussinets à parcelles de plombagine sans graissage.

Un moulin de 3 m. de diamètre fait, avec un vent de 10 m. par seconde, 300 tours par minute et un cheval : poids 450 kil., prix 300 francs. La tour triangulaire, en cornières d'acier avec entretoisement ajustable, pèse environ 23 kilog. par mètre de hauteur, jusqu'à 18 mètres, et coûte 4 fr. 50 par mètre, pour des roues de 3 mètres.

par ces tiges est renforcé par deux diagonales $d_3\,d_3$, articulées aussi, comme l'indique la figure 15, au balancier supérieur C′.

L'arbre E de la roue est pourvu de deux moyeux E′ et E_2 (fig. 9), à cales e et e', avec rainures $e_2\,e_3$ (fig. 22) dans lesquelles sont engagées, recourbées et boulonnées, comme en e_4 (fig. 13) les rayons E_3, supportant les ailes de la roue. Ces tiges, qui convergent, sont assemblées comme l'indique la figure 7 sur un grand cercle F_2 en six parties (fig. 22) réunies vers leur milieu par des maillons F (fig. 23), constitués par des barres fendues en f, dont il suffit de fermer les fentes, et boulonnées sur un deuxième cercle F′, égale-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment en six parties, de manière à constituer un ensemble facile à monter, à réparer et à expédier sans encombrement.

Les ailes, en tôle d'acier, sont rivées à des attaches G et G′ (fig. 20 et 25) fixées aux cercles F et F′ sous les angles voulus.

L'orientation de la roue se détermine en agissant sur le gouvernail par la bielle i' (fig. 9) que l'on manœuvre du bas de la tour par le levier I I′, pivoté

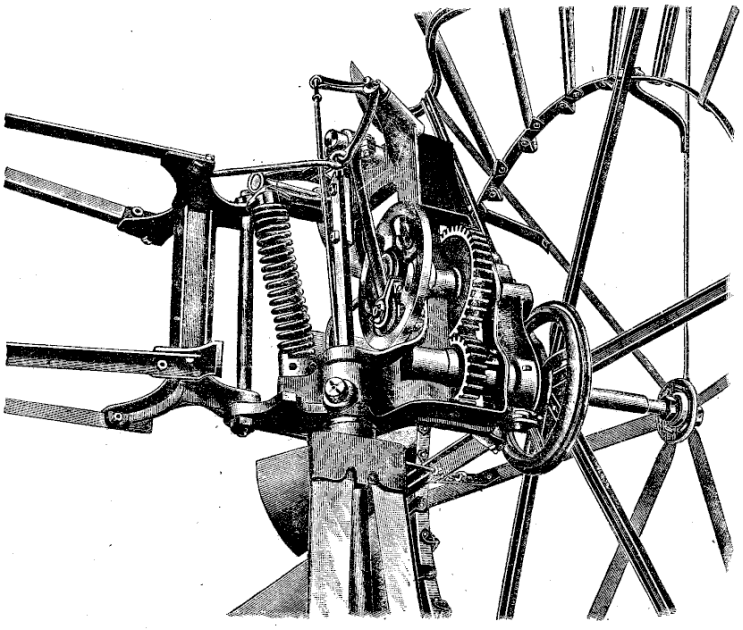


Fig. 35. — Moteur *Gem*. Détail du beffroi.

Les ailettes sont rivées sur des cercles en acier d'une seule pièce, dont l'un ondulé à la forme des ailettes, et l'autre plat, emboîtant l'extrémité intérieure des ailes. La tension des baguettes qui renforcent les rayons se règle par un plateau à écrou, comme en fig. 29. Transmission presque directe et sans porte-à-faux, par bielle et balancier, à la tige de la pompe, avec disque manivelle permettant quatre courses différentes.

en i, et articulé à la tige h_2, fixée au manchon H_4 (fig. 10), traversé par la tige H_5 de la pompe, et relié par la bride H_3 à la tringle de manœuvre H′, guidée en h'. L'inclinaison ainsi imprimée au gouvernail par rapport à l'axe E de la roue la tourne puis la maintient automatiquement sur ou hors le vent de l'angle voulu, sans aucun effort de torsion sur le manchon B. En même temps que la roue se défile, le balancier C′ du gouvernail repousse, comme de figure 13 à figure 14, la bielle $J'j$, malgré le ressort J_4, dans le cylindre J_2, fixé à la plate-forme B′, jusqu'à ce que son talon vienne, en comprimant le ressort J_4 (fig. 15) repousser par j_4 le levier K, pivoté en k_2 (fig. 16)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et serrer son frein K′ contre le plateau de E′ de la roue, de manière soit à en empêcher l'emportement, soit à en arrêter la rotation hors le vent, suivant que le gouvernail cède à un coup de vent ou à la manœuvre suffisamment prolongée de H.

Lorsqu'on lâche la tige H, le ressort J_4, repoussant J′, ramène le gou-

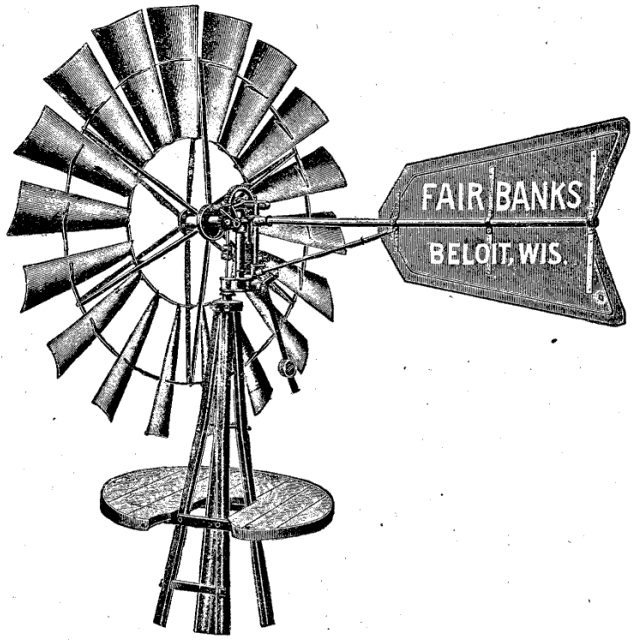


Fig. 36. — Moulin *Fairbanks*, à ailes d'acier galvanisé, régulateur à poids, transmission directe, roue tournant sur arbre fixe, avec réservoir de graissage dans les plateaux; portées sur Babbitt.

vernail dans l'axe de la roue, position où il se trouve arrêté sans choc par la tige K_2 (fig. 14) à butée élastique K_3 k_3.

La commande de la pompe se fait par la transmission à chaîne L L′ (fig. 9 et 19) à manivelle b' l et bielle l', commandant le levier L_2, articulé d'une part sur le bras l_2, et, de l'autre, à la tige H_5 de la pompe. La chaîne est pourvue d'un galet tendeur L_3, à bras l_3, ajustable dans la coulisse l_4 de B′.

Ce moulin est, comme on le voit, malgré la longueur de sa description, extrêmement simple, léger et robuste, facilement démontable et transportable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le petit moulin de *J. Wallace* représenté par les figures 26 à 31, du type « *Solid Wheel* », est aussi remarquable par sa simplicité et sa légèreté.

Les ailettes A, en tôle d'acier, sont (fig. 29) fixées sur les bras *d*, boulonnés a' un plateau C, et renforcés par des baguettes *a*, boulonnées sur un

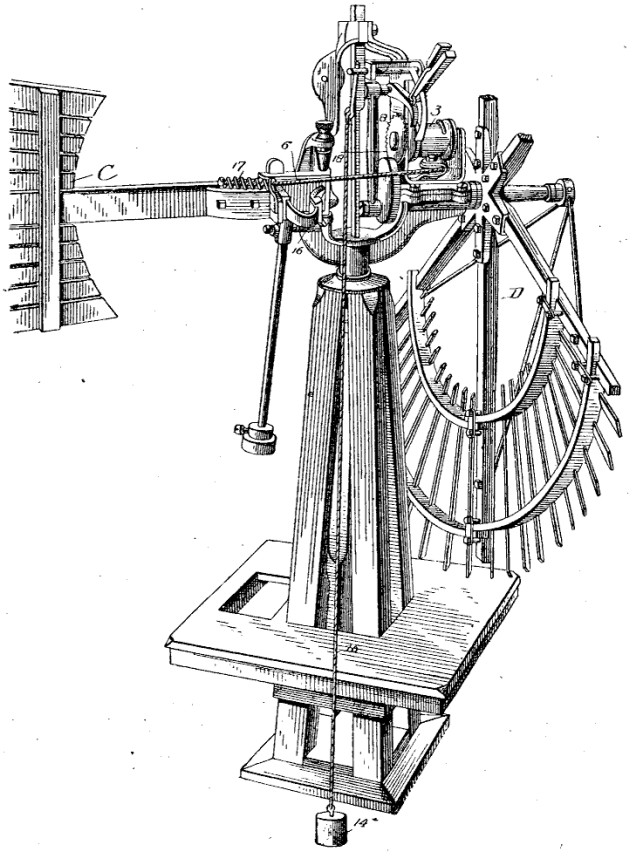


Fig. 37. — Moulin *Myers*, avec arrêt automatique à flotteur.

second plateau B, réglé sur l'arbre F par les écrous *e e*, avec, comme C, des mortaises *b c* (fig. 31) disposées de manière à assurer la fixation latérale de *d* et de *a* sur ces plateaux. Ces ailettes sont, de plus, reliées par des bandes D, passant (fig. 26) de l'intérieur d'une aile à l'extérieur de l'autre. L'arbre F de la roue transmet sa rotation, par G H (fig. 29), à l'arbre I, dont le bras *f* (fig. 26) entraîne autour du pignon *h*, fixé au tube K, le pignon *g*, qui com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mande l'arbre de transmission L. Le tube K, sur lequel est calé le châssis E, porte, rainurée en *t* (fig. 30), une douille fixe M, à laquelle est amarré le bout de la chaîne *i* (fig. 32), qui va, par *k m l* (fig. 29), s'attacher au bras N du gouvernail O ; et, sur la douille M, se trouve aussi attachée une seconde chaîne *n*

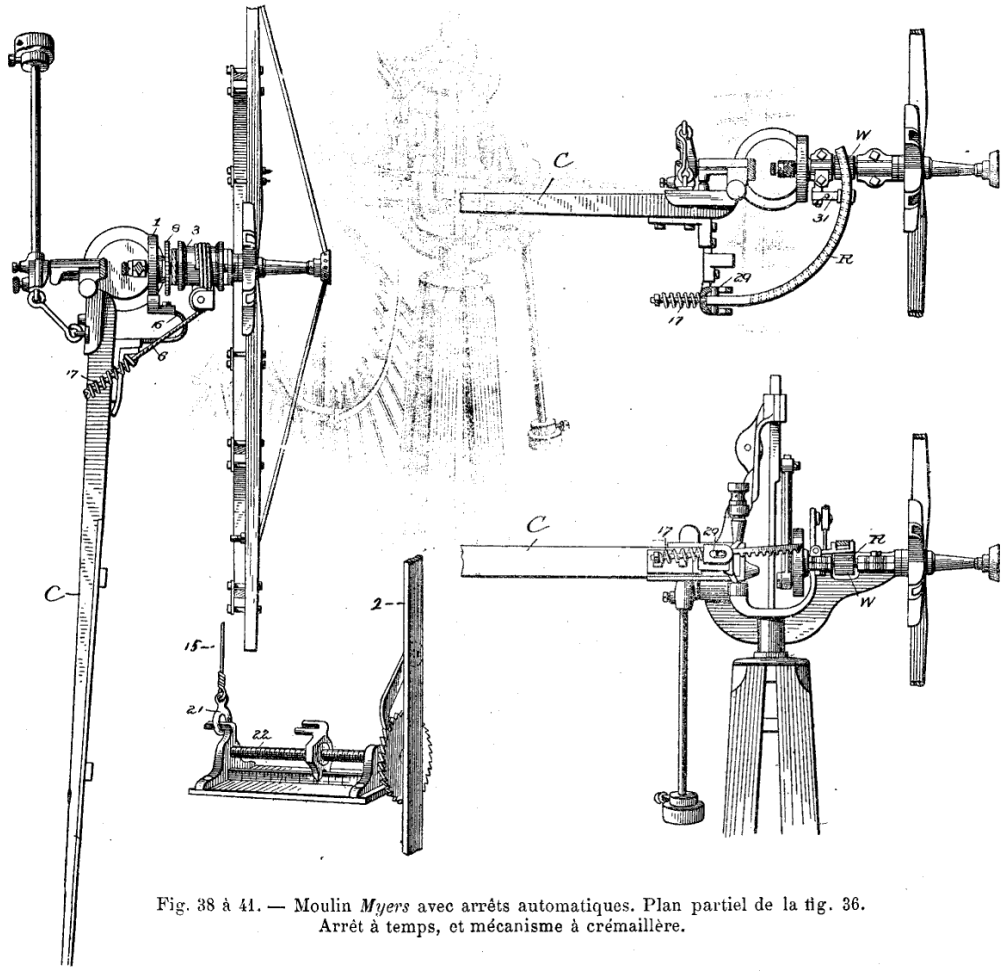


Fig. 38 à 41. — Moulin *Myers* avec arrêts automatiques. Plan partiel de la fig. 36. Arrêt à temps, et mécanisme à crémaillère.

(fig. 32) qui va, par *o p*, s'attacher à la tige *r* de O, de l'autre côté de son articulation P. Les galets *m* et *p* sont pivotés au bout du bras *s s* de la tige R, fixée au châssis E. Le gouvernail O a sa sensibilité réglée par le ressort W, qui maintient les chaînes tendues quand le moulin est hors le vent, comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en figure 32, et la tige r serre en même temps, par Y, le frein X, qui immobilise la roue.

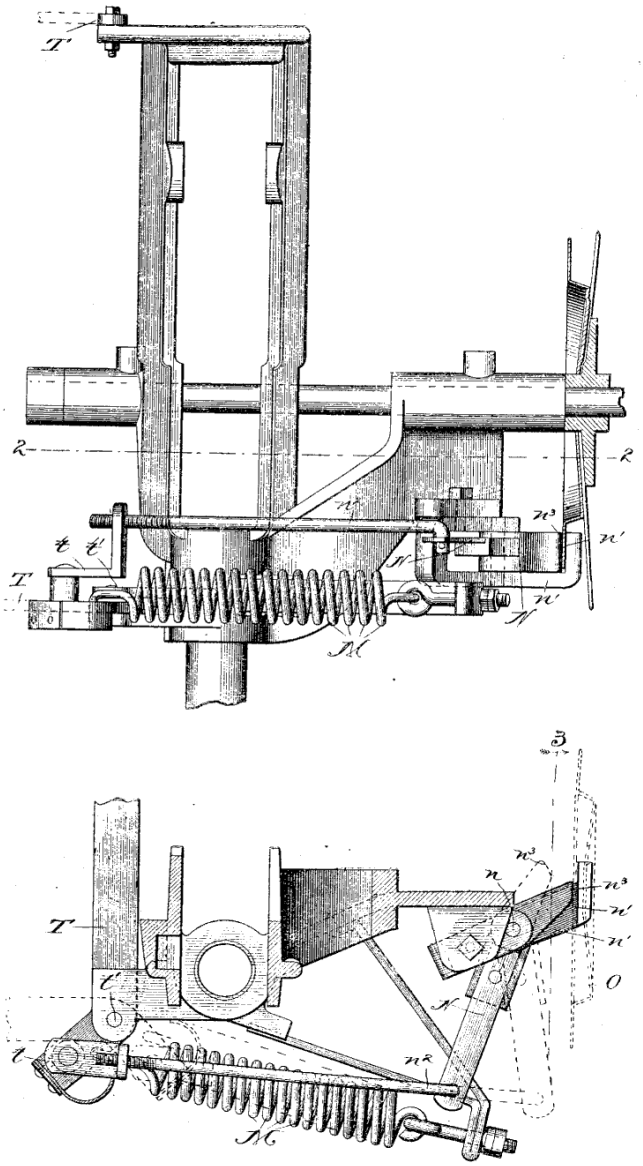


Fig. 42 et 43. — Frein du moulin *Allen*. Élévation et plan coupe 2, 2.

T, bras du gouvernail pivoté en t', et dont le levier t, articulé au ressort régulateur M, amène, quand le gouvernail devient parallèle à la roue, l'extrémité n^3 du levier N, pivoté en n, de la position indiquée en traits pointillés, à celle indiquée en traits pleins, de manière à arrêter la roue d'abord en frottant sur son plateau o, puis en pinçant le bord de ce plateau sur la butée fixe n'.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous citerons également, comme remarquables par leur simplicité et leur bon marché, les moulins du type *Gem* et de *Fairbanks*, suffisamment expliqués par les figures 33 à 36 et leurs légendes.

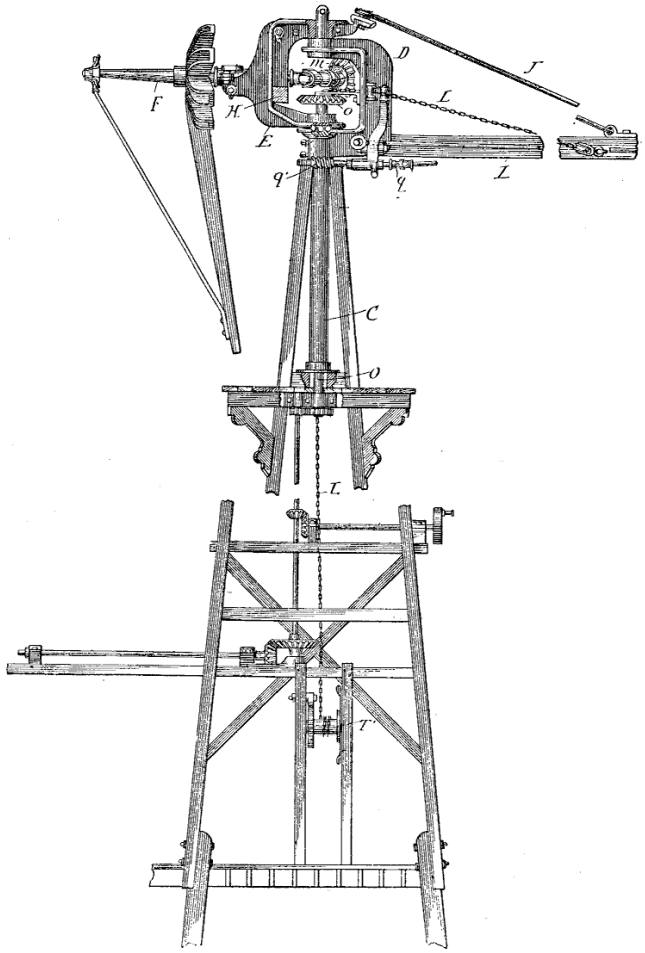


Fig. 44. — Moulin *Chapman*. Ensemble du beffroi. (Même légende qu'en fig. 50.)

On a proposé, en combinaison avec ces régulateurs à gouvernails, un grand nombre de dispositifs pour arrêter et défiler automatiquement le moulin soit au bout d'un certain nombre de tours, soit à la fin du remplissage du réservoir alimenté par sa pompe. On peut citer, parmi les plus simples, ceux de *M. Myers*, représentés par les figures 37 à 41.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En figure 37, dès que l'eau atteint son niveau, elle soulève le poids flotteur 14, suspendu à un levier 12, qui maintient ordinairement le rochet 8 dégagé d'un cliquet, actionné par la bielle même de la pompe. Il en résulte que, dès le niveau atteint, le contre poids 14 amène 8 en prise avec ce

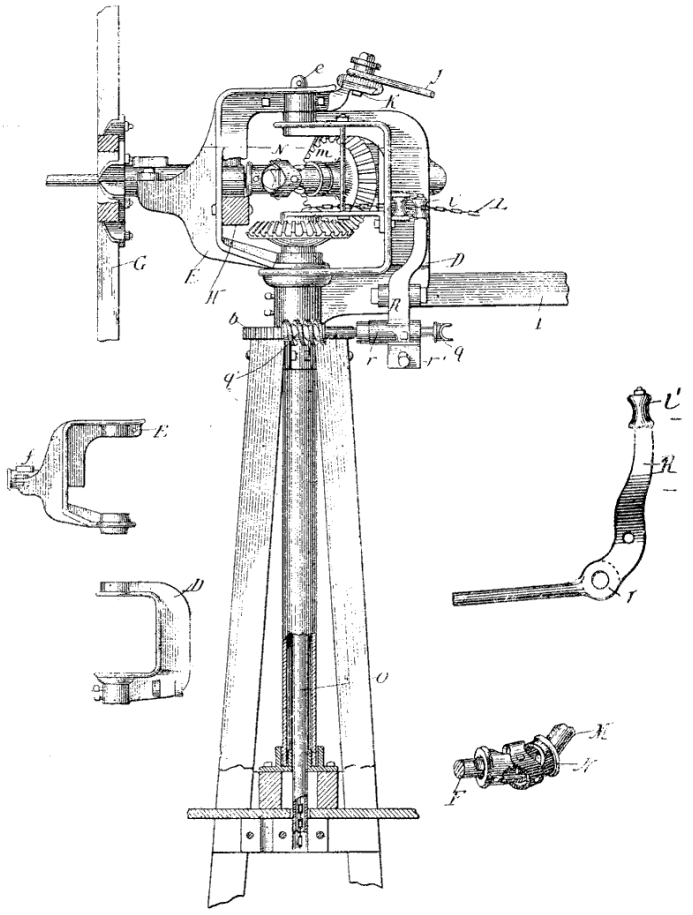


Fig. 45 à 49. — Moulin *Chapman*. Détail du beffroi, des châssis E et D, du levier du gouvernail R (fig. 45) et du joint universel MNF. (Même légende qu'en fig. 50.)

cliquet qui fait alors tourner le treuil 3 de manière que sa corde 6, tirant par le ressort 17 sur le gouvernail C, l'amène comme en figure 38, parallèle à la roue qui se dérobe alors automatiquement du vent. Ce même mouvement serre sur la poulie 1 le frein à ressort 16, de sorte que le moulin s'arrête immédiatement. Afin d'arrêter le mouvement du gouver-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nail au parallélisme, on a découpé sur le rochet 8 une partie plane 18, limitant l'arc de sa denture à ce qu'il faut pour accomplir ce mouvement.

Dans le dispositif figure 40, on a remplacé le rochet 8 et ses cliquets par une crémaillère circulaire R, reliée au gouvernail C par l'articulation 29, à ressort 17, et que le levier-guide 31, actionné par la corde 15

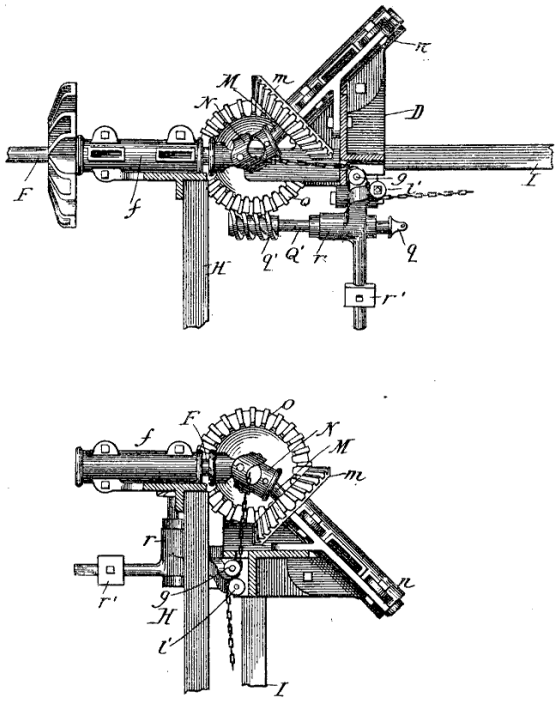


Fig. 50 et 51. — Moulin *Chapman*. Coupes par N (fig. 43) avec roue en pleine marche puis au repos.

F, arbre de la roue G (fig. 44), à palier *f*, dans le châssis E (fig. 46), articulé par l'axe *e* (fig. 45 et 52) au châssis D. N, joint universel reliant (fig. 49) l'arbre F à l'arbre M, à palier *n*, solidaire du châssis D, et à pignon *m*, en prise avec le pignon *o*, qui commande la transmission du moulin par l'axe creux O (fig. 44 et 45). (Pour les autres lettres voir la légende de la figure 54.)

(fig. 37), met en prise avec le pignon W, en la laissant, dès que le flotteur se soulève, retomber autour de 29.

Enfin, lorsqu'on veut que le moulin s'arrête automatiquement au bout d'un certain nombre de tours, on remplace le poids flotteur 14 (fig. 37) par un crochet 21 (fig. 39), auquel on attache la corde 15, et qu'une butée filetée sur la vis 22 vient repousser en décrochant la corde, dès que la vis 22,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commandée, de l'arbre du moulin, par le rochet 2, a fait le nombre de tours correspondant à celui voulu pour le moulin.

Le frein de *G. M. Allen* est aussi (fig. 42 et 43) ingénieux et fort simple. Quand le vent devient trop fort, il rabat le gouvernail T t' t autour de t, dans la position figurée en traits pleins, parallèlement à la roue, malgré le ressort M, et ce mouvement a pour effet d'abord d'appuyer l'extrémité n^3 du levier N sur le bord du plateau O de la roue. de manière à la ralentir, puis

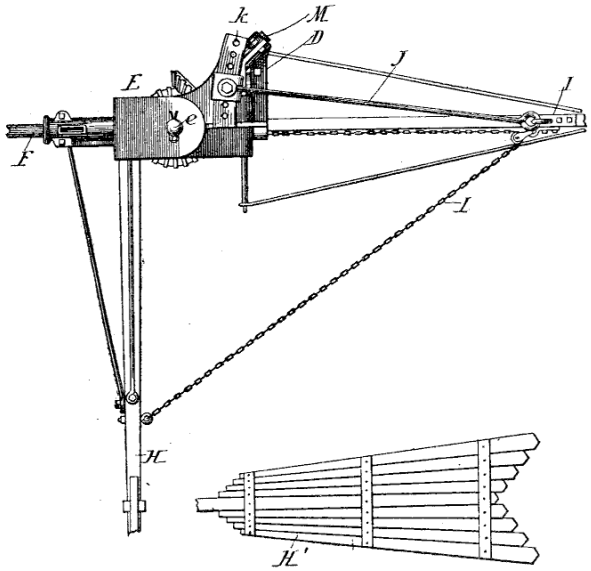


Fig. 52 et 53. — Moulin *Chapman*. Détail du gouvernail auxiliaire. (Plan.)

HH', gouvernail fixé au châssis E, et manœuvré, du treuil T (fig. 41) par la chaîne L, qui permet de fixer ainsi l'orientation normale de D sur E (fig. 45). J, tige articulée d'une part sur E, par son pivot K (fig. 45) enfilé dans l'un des trous *k*, et, de l'autre, au bras I.

de pincer ce rebord entre n^3 et la butée fixe n' et de l'arrêter complètement. Dès que le vent s'apaise, le ressort M ramène le gouvernail et N graduellement dans leurs positions normales, indiquées en pointillés, et correspondant à la pleine marche de la roue face au vent.

Régulateurs à roue auxiliaire. — La roue G du moulin de *C. Chapman* transmet son mouvement à l'arbre O par la paire de pignons d'angle m o, à joint universel N (fig. 49) permettant aux deux châssis E et D (fig. 46 et 47) de pivoter l'un par rapport à l'autre autour de leur charnière e (fig. 45). Comme le pignon m a son arbre M guidé dans une portée de D (fig. 50),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tandis que celui F de G est porté par E, on voit que la prise de *m* sur *o* tend à maintenir, comme en figure 50, E et le gouvernail à roue I dans l'axe de F, et s'oppose au pivotement de D sur E avec d'autant plus de force que la résis-

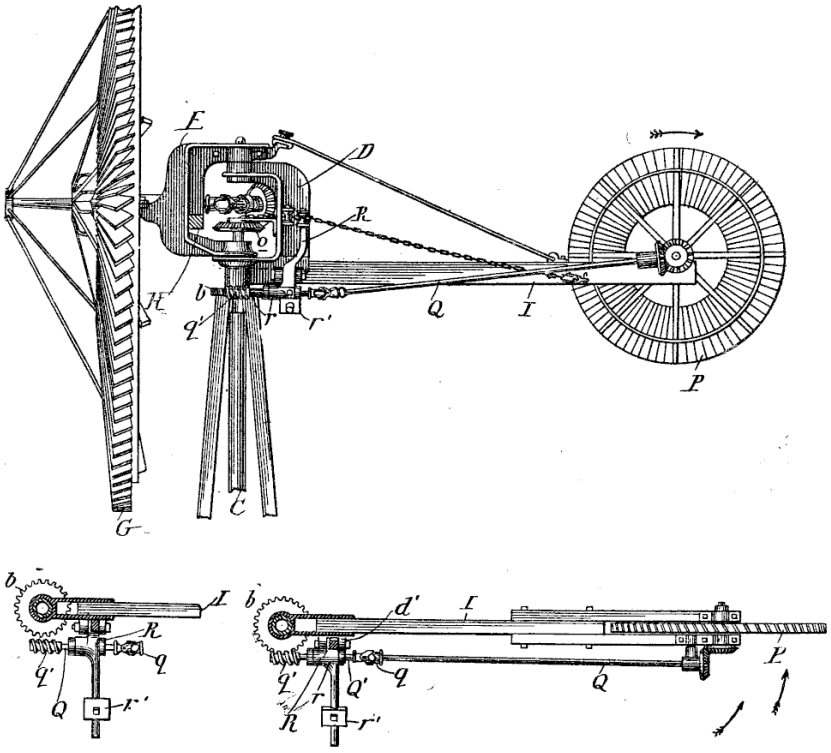


Fig. 54 à 56. — Moulin *Chapman*. Élévation et plan, avec détail du gouvernail principal I.

P, roue du gouvernail qui, lorsque le vent souffle dans le sens des flèches (fig. 55), tourne de gauche à droite, et commande par la transmission QQ′, à joint universel *q*, la vis sans fin *q′*, en prise ordinairement avec le pignon fixe *b*, et fait ainsi pivoter l'ensemble du moulin F E D I (fig. 45) de manière que sa roue G fasse face au vent. *r*, portée de l'axe *q*, située à l'extrémité d'un levier R (fig. 48) à contrepoids *r′*, pivoté en *d′* sur le châssis D (fig. 45) et terminé par un galet *l′*, sur lequel passe la chaîne L (fig. 51). Tant que G est dans le vent, la chaîne L n'est pas tendue, et le levier R appuie, comme en fig. 56, *q′* sur *b*; mais, dès que G sort du vent, L se tend et débraye, par *l′* (fig. 51) *q′* de *b*, ce qui permet au moulin de se tourner immédiatement au vent, sous l'impulsion du gouvernail auxiliaire H H′ (fig. 52).

tance opposée par *o* est plus grande. Or, D est fixé par la prise de la vis sans fin *q′* dans le pignon fixe *b* (fig. 45); c'est donc G ou E qui tend à tourner seul autour de *e*, d'autant moins que la résistance de *o* est moindre. Cette rotation soulève, par *k* J (fig. 52), le bras I du gouvernail à roue autour de son articulation sur D, de sorte que le poids de ce gouvernail, dont on peut faire varier le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moment en changeant les trous k de l'attache de J, s'oppose à ce mouvement, et tend à ramener I dans l'axe de F.

C'est la position qu'il occupe normalement avec la roue G faisant face

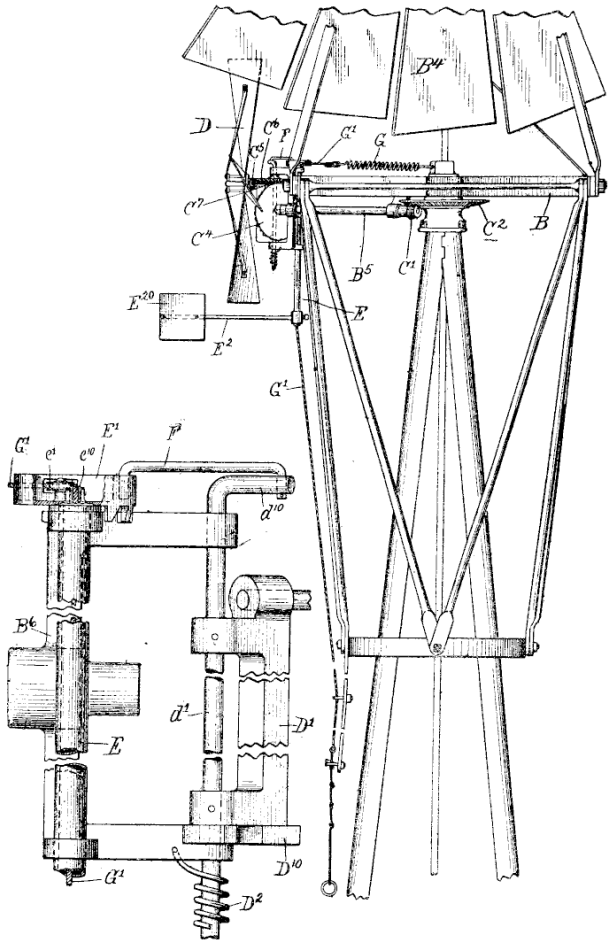


Fig. 57 et 58. — Moulin *Perry*. Ensemble du gouvernail à roue et détail de son châssis.

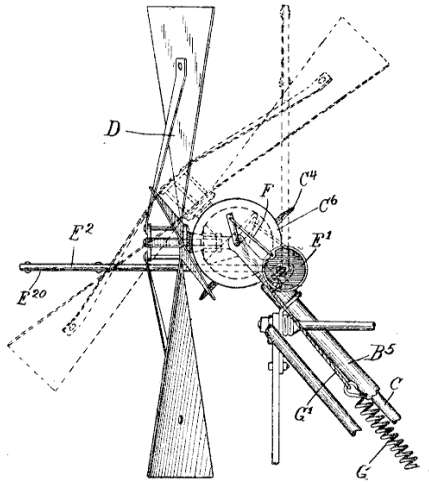
D, roue gouvernail montée sur un châssis D_1, calé sur l'axe d_1, solidaire de la plate-forme tournante B, qui porte la roue principale B_4 du moulin, et qui commande, par le train d'engrenages C_3 C_6 C_4, l'arbre B_5, à portée B_6, solidaire de B, avec pignon C_1, en prise avec le pignon fixe C_2. D_{10} (fig. 58 et 60), tocs limitant à 90° le pivotement de D_1. D_2, ressort tendant à maintenir D_1 parallèle à B_4. G, ressort antagoniste de D_2, dont la corde G_1 (fig. 59 et 60) attaque, par le renvoi de galets e_1 e_{10}, le disque manivelle E, relié par la bielle F à la manivelle d_{10}, de rayon égal au diamètre de E_1. E_{20}, palette à bras E_2, calé sur l'axe E du disque manivelle E_1, empêchant, comme il est dit dans le texte, le retournement de la roue

au vent, comme en figure 44, 50 et 52, l'arbre M à 45°, et le bras H du gouvernail auxiliaire H', solidaire de E, à 90° de F. Ce gouvernail est manœuvré

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par la chaîne L (fig. 44 et 52), qui permet de régler par le treuil T' l'orientation normale de D sur E. Quand le vent augmente, ou quand le travail du moulin diminue, E pivote sur D *e*, sous l'action de H, de manière à défiler du vent la roue G, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli par la diminution de la poussée, maintenant oblique, du vent sur H', entre cette nouvelle poussée et le moment de I, soulevé par J.

Quand le vent change, la roue P (fig. 54) du gouvernail I tourne comme en fig. 54 et 56, et ramène, par Q *q' b*, l'ensemble du moulin F E D I à faire face au vent. Le point universel *q* permet à l'axe Q de suivre les oscillations verticales du bras I du gouvernail. En outre, cet axe Q est porté en *r*



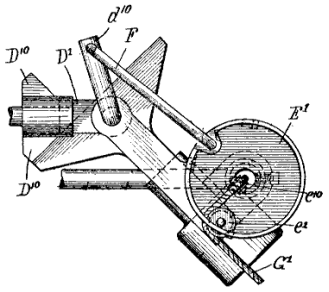


Fig. 59 et 60. — Moulin *Perry*, détail du mécanisme de la roue D, et plan de la fig. 58. (Même légende qu'en fig. 57.)

(fig. 45 et 56) par un levier R (fig. 48), pivoté sur D, et terminé par un galet *l'*, sur lequel passe la chaîne L (fig. 51). Tant que G est dans le vent, la chaîne L n'est pas tendue, et le contrepoids *r'* (fig. 50) applique *q'* en prise avec *b;* mais, dès que G sort du vent (fig. 50 et 55), L se tend, et débraye, par *l'*, *q'* de *b*, de manière à permettre au gouvernail auxiliaire H H' de tourner instantanément le moulin au vent. On voit que, par ce système, le moulin est ordinairement maintenu par *q' b* dans la direction du vent, puis s'y maintient automatiquement quand le vent change, mais qu'il redevient libre de suivre le vent quand sa roue est arrêtée et défilée du vent.

Le régulateur de *Perry*, représenté par la figure 57, est aussi du type *à roue auxiliaire*, mais pourvu d'une disposition très simple assurant à son fonctionnement une grande stabilité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La roue auxiliaire D, ou roue gouvernail, est montée sur un châssis D, calé sur l'axe d_1 (fig. 58) solidaire de la plate-forme tournante B, et elle commande par le train d'engrenages $C_5 C_6 C_4$ l'arbre B_5, également porté par cette table, et dont le pignon C_1 engrène avec le pignon fixe C_2. Il en résulte que la table B est entraînée par la rotation du gouvernail D, en entraînant avec elle la roue principale B^4 du moulin, et que, d'autre part, le gouvernail D peut

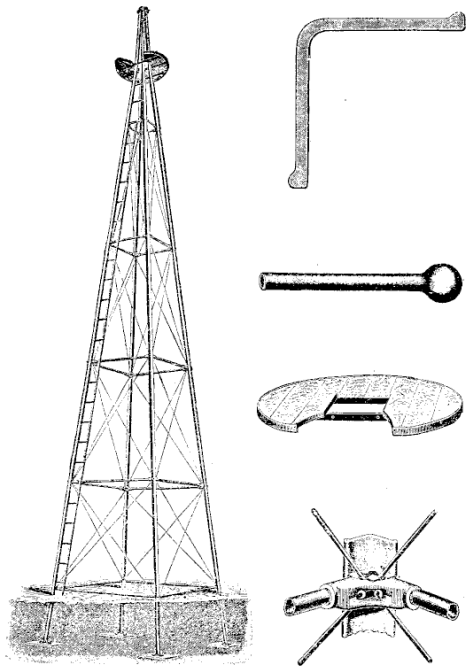


Fig. 61 à 63. — Tour de moulin *Fairbanks*, avec échelle latérale. Ensemble, section d'un montant en acier : détail d'un tirant de la plate-forme et d'un nœud d'assemblage facilité par les boules qui terminent les tirants.

osciller autour de d_1 d'un angle limité à 90° par les tocs D_{10}, malgré le ressort D_2, qui tend à maintenir D_1 parallèle à la roue principale.

En marche normale, avec la roue principale B_1 faisant face au vent, la roue D est perpendiculaire à la roue principale, et ne tourne pas : dès que le vent change, D se met à tourner, jusqu'à ce qu'elle ait ramené B_1 face au vent, après s'être défilée et arrêtée de nouveau. La roue D est maintenue dans cette position par un ressort G, antagoniste de D_2, et qui agit par sa corde G sur le disque manivelle E_1, relié par la bielle F à la manivelle d^{10}, de rayon double de celui de E_1, et l'arbre E de ce disque porte une vanne E^{20} (fig. 59)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au bout d'un bras E_2, orienté de façon que E_{20} soit parallèle à B quand D lui est perpendiculaire, et, puisque le rayon de d_{10} est égal au diamètre de E_1, parallèle à B_4 quand D est, comme en pointillés (fig. 59) à 45° de B_4. Lorsque

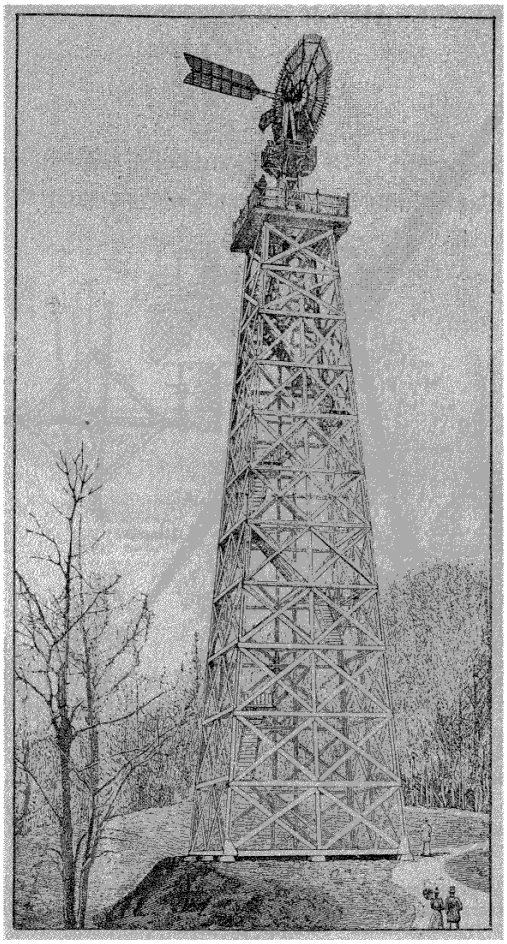


Fig. 64. — Tour en bois de 45 mètres de haut sur 14 mètres de côté à la base.

Les quatre montants d'angle ont leurs sabots en fonte attachés par des tirants à de gros dés en briques de 1m,50 de côté sur fondation en béton et pilotis : chacun de ces montants est formé, jusqu'à une hauteur de 37 mètres, de 3 madriers de sapin de 0m,15 d'équarissage. La plate-forme a 6 mètres de côté. Diamètre de la roue 6m,80. Type Corcoran.

le vent augmente, la palette E_{20}, repoussée par ce vent, tourne, en ajoutant son action à celle du ressort D_2 pour amener, malgré G, le gouvernail à 45° du vent ou de B^4; puis son action cesse, parce que E_1 est alors ramené parallèle au vent. Il en résulte que la roue D tournera de manière à obliquer graduelle-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment B_4 sur le vent, à 45° du vent, ou même parallèlement au vent, si sa violence est suffisante pour continuer jusqu'à 90° le pivotement de D_1 sur d_1; mais comme, de 45 à 90 , ce pivotement s'opère en opposition avec l'action

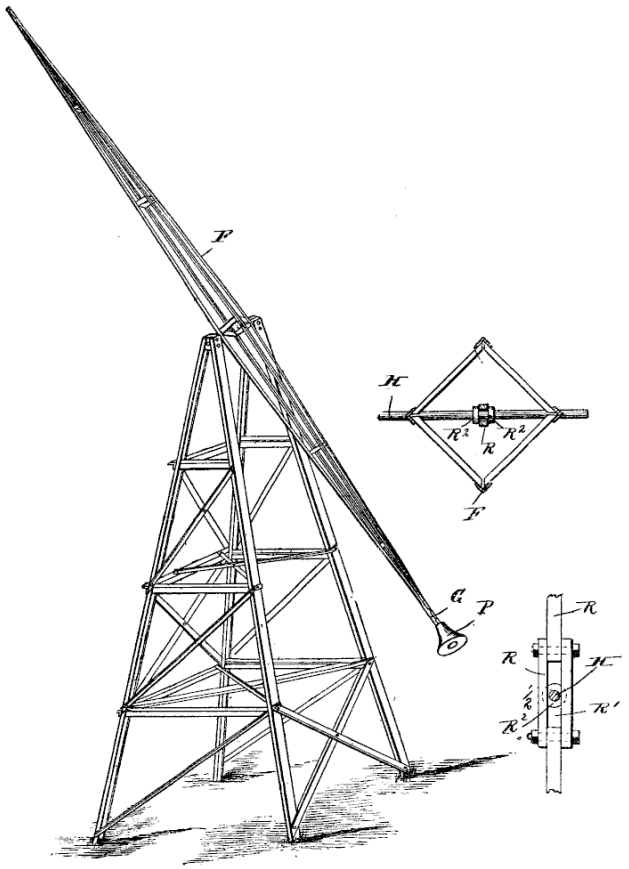


Fig. 65 à 67. — Tour à balancier *Perry*. Ensemble, coupe du balancier F par son axe H, et détail du passage de l'axe H au travers de la maille R' de la tige R de la pompe, guidée par les collets R_2 R_2 de H

du vent sur la palette E_{20}, il ne peut que s'effectuer assez lentement, ce qui donne au moulin une allure très stable.

En outre, sans l'addition de la palette E_{20}, dans une brusque saute du vent, il peut fort bien arriver que le gouvernail, amené brusquement parallèle à la roue B_4, la fasse tourner avec un lancé tel que, dépassant le parallélisme au vent, elle se retourne et lui présente son dos, de manière à renverser le sens de sa rotation avant que le gouvernail n'ait eu le temps de lui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire reprendre son orientation normale. Cet affolement est complètement évité par l'emploi de la palette E_{20}, dont on peut d'ailleurs régler l'action en variant la tension du ressort G par sa corde G^1, qui lui est renvoyée par les galets e, e_{10} (fig. 60) de manière qu'en tirant cette corde, on augmente la tension de G.

Les *tours des moulins* à vent sont (fig. 61) généralement en acier : très égères, solides et bon marché, parfois en bois, principalement pour les

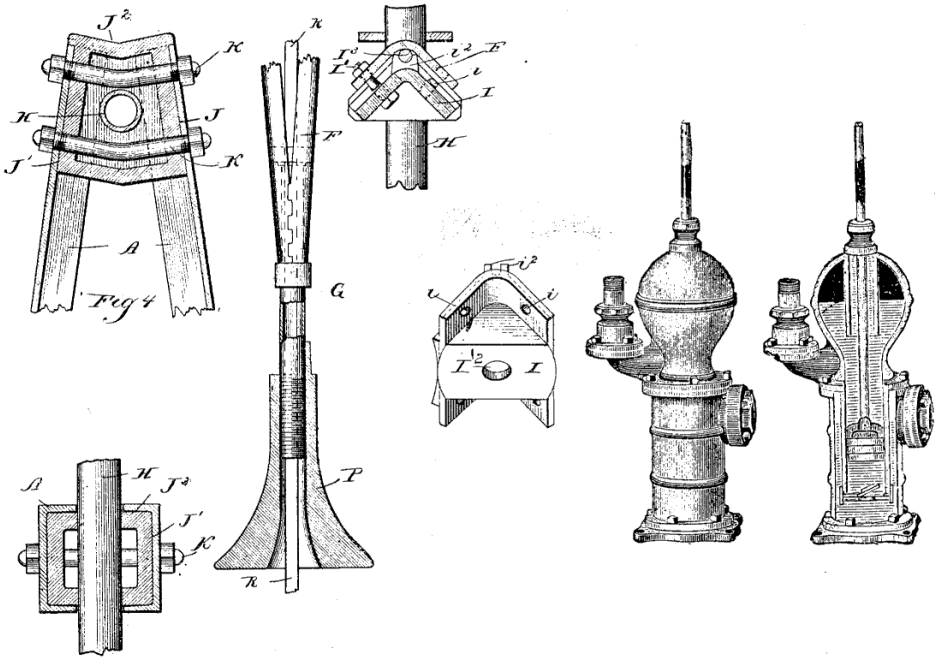


Fig. 68 à 72. — Tour *Perry*. Détail du palier du balancier, de son contrepoids P et de sa fixation sur l'arbre H.
Fig. 73 et 74. — Pompes *Gould* à simple effet, avec colonne annulaire d'amorçage.

J J_2, chapiteau creux, fixé par les boulons K aux montants de la tour A, et servant de palier à l'arbre H du balancier F. I, bloc traversé en I_2 par l'axe H, sur lequel il est claveté en i_2, I_3, et fixé par les boulons I' au balancier F.

hauteurs exceptionnelles (fig. 64) où il coûterait trop cher de faire exécuter un type spécial en fer ou en acier, tandis que le bois ne coûte au contraire presque rien.

On emploie parfois, pour les petits moulins, des *tours à balancier* ana-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

logues à celle de la figure 65, où le moulin, monté à l'une des extrémités du balancier F, équilibré par un contrepoids P, peut être amené à terre pour le graissage, etc., puis ramené dans sa position normale d'un coup du balan-

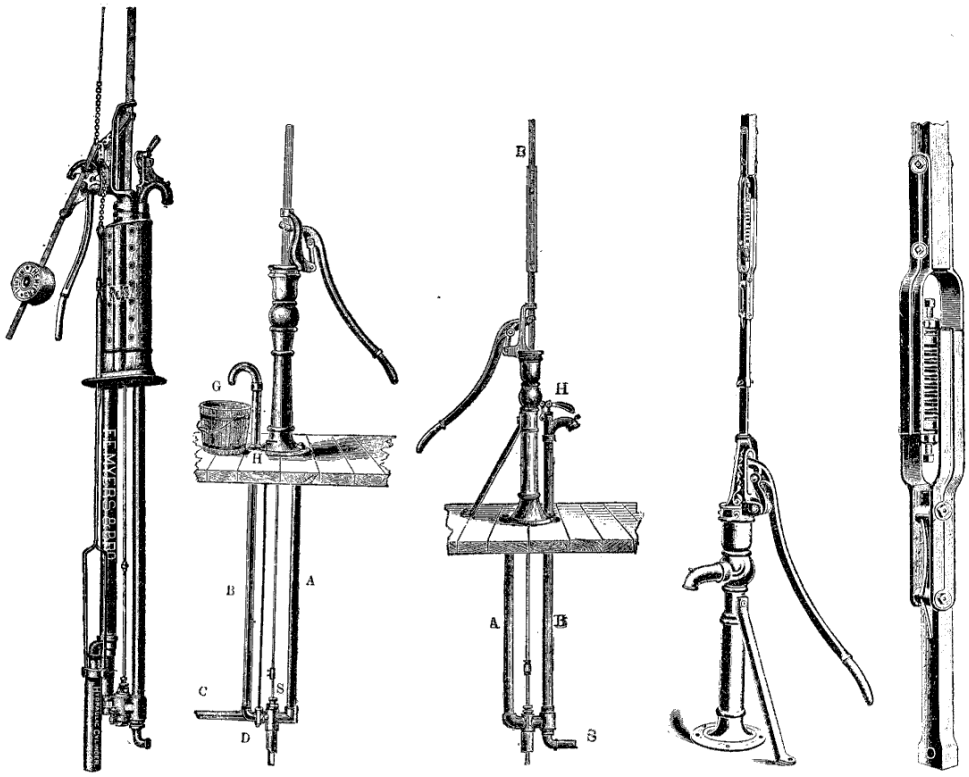


Fig. 73 à 79. — Pompes de la *U. S. Wind Engine and Pump C°*.

Fig. 73. — Pompe *Myers* avec arrêt automatique : dès que le réservoir est plein, un flotteur dérive le refoulement dans le cylindre « hydraulic cylinder » que l'on voit au bas à droite de la figure 73, lequel, soulevant son contrepoids de rappel, tourne le moulin hors du vent, et l'arrête jusqu'à ce que le niveau baisse de nouveau.

Fig. 76. — S, corps de pompe avec tube réservoir d'air A et robinet à 3 voies D, manœuvré par la manivelle H, et permettant de refouler l'eau en C ou en G. Il suffit de dévisser le stuffing box de S pour pouvoir enlever le piston.

Fig. 77. — Même pompe qu'en fig. 76, avec remplacement du robinet D par un distributeur vertical manœuvré par H. Ces pompes sont à l'abri de la gelée.

Fig. 78 et 79. — Pompe pouvant comme les précédentes (fig. 76 et 77) marcher à volonté à la main et au moulin, et commandée par une tige à ressort réglable.

cier, que l'on fixe en G par une attache. Dans le cas de la figure 65 le balancier est constitué par un faisceau de quatre cornières convenablement entretoisées, embrevées en F G (fig. 70) et disposées de manière à laisser passer la tige R de la pompe, guidée en R′ R_2 (fig. 66) autour de l'axe H du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

balancier. Cet axe tubulaire est solidement fixé au balancier par des sabots en fonte I (fig. 71 et 72) qu'il traverse en I_2, avec clavetage i^2 I^3, attachés en i,

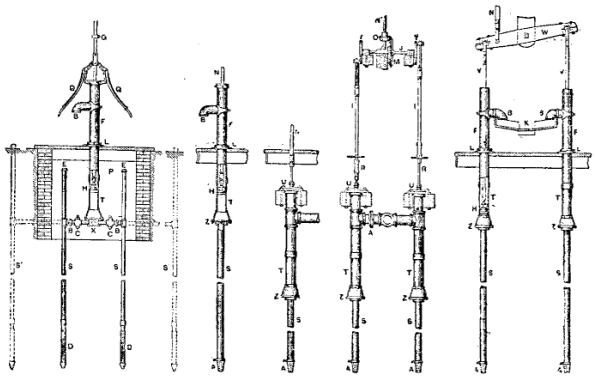


Fig. 80 à 84. — Types de pompes de la *U. S. Wind Engine and Pump C°*.

S S′, tuyaux de puits (fig. 88) avec crépines A ou D. Z et X, clapets d'aspiration. H, pistons avec clapets de refoulements. T F corps de pompes. G I R V, tiges de pompes commandées directement, par transmission N′ O M J Y, ou par balancier W. U, Stuffing box. C, robinets de dérivation. B, refoulement. L, attaches de F.

par les boulons I, aux cornières F du faisceau et de l'entretoisement du balancier. Ses paliers sont constitués par un chapiteau creux J_2 J′ (fig. 68)

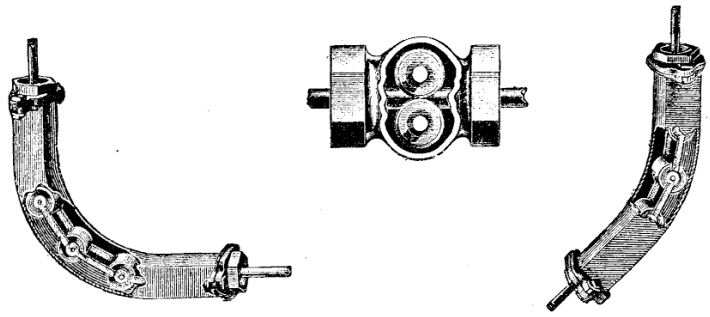


Fig. 85 à 87. — Renvois de tige par galets *Gould*, avec coudes de 90° et de 45° et guide de tige à galets.

solidement fixé par des boulons K aux montants de la tour A, dont il constitue l'entretoisement supérieur (1).

Applications. — L'une des applications les plus fréquentes des moulins américains est la commande des pompes pour les usages domestiques, les

(1) A citer aussi les tours à balancier de *Cadle* (Engineering, 23 juin 1893, p. 868).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fermes, les pâturages, les mines, les irrigations, les alimentations de gares, et même les petites distributions d'eau.

On compte ces moulins aux États-Unis par centaines de mille — plus de 500 000 en 1893, — notamment dans les grandes plaines du Missouri et du Mississipi, où il faut descendre à 30, 50 et même 150 mètres pour trouver l'eau pompée par les moulins pour l'alimentation du bétail.

Il est vrai que, dans ces grandes plaines, le régime des vents paraît plus favorable que chez nous. C'est ainsi qu'aux environs de Saint-Louis, par

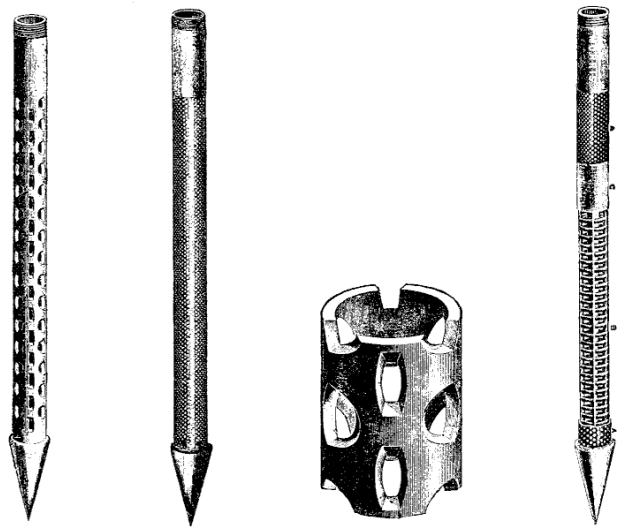


Fig. 88 à 90. — Crépines de fonçage pour puits tubulaires de la *U. S. Wind Engine and Pump C°*, galvanisées après perçage des trous.

exemple, on admet que le vent souffle pendant environ les 4/5 de l'année à la vitesse d'au moins 30 kilomètres à l'heure.

Les pompes employées avec ces moulins sont (fig. 73 à 84) très rustiques et pourvues en général, pour les petites puissances, d'un bras permettant de les faire fonctionner à la main. Leurs tiges sont parfois, comme en figure 79, pourvues de ressorts amortissant les chocs, et parfois aussi, mais pour les faibles puissances seulement, interrompues (fig. 85) par des galets de renvois permettant de les couder à 45 ou 90° dans le tuyau même de refoulement de la pompe.

Les pompes sont ordinairement disposées à une certaine profondeur, à l'abri des gelées (fig. 76 et 77), et pourvues d'un robinet ou d'une valve à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trois voies permettant d'envoyer l'eau à volonté à la pompe même ou plus loin. Parfois, on leur associe un dispositif très simple permettant d'arrêter — comme nous en avons déjà vu un exemple en figure 37 — automatiquement le moulin quand le réservoir est plein. Dans la pompe de *Myers*, par exemple, dès que le réservoir est rempli, son flotteur renvoie le refoulement de la

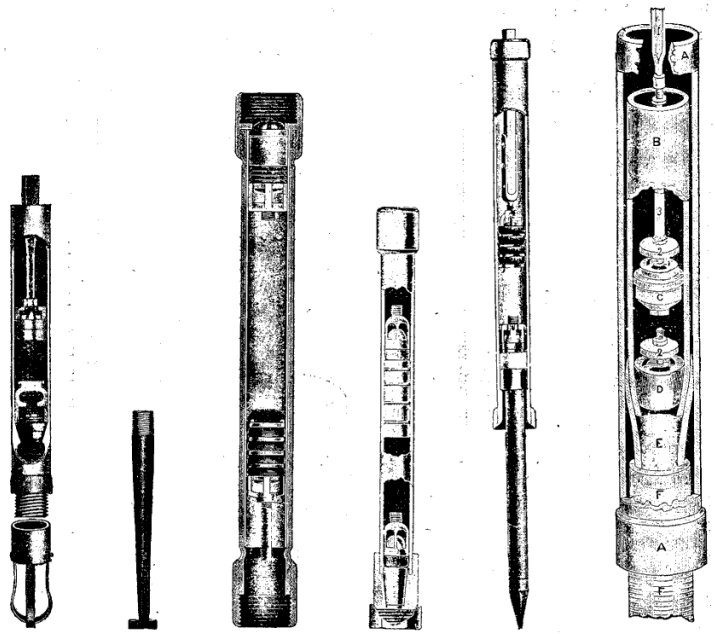


Fig. 90 à 92. — Pompes pour puits tubulaires de la *U. S. Wind Engine and Pump C°*.
Fig. 90 — Pompe placée au niveau même de l'eau, avec clapets mis en place au moyen de l'outil (fig. 91).
Fig. 92. — Pompe de fond pour puits artésien.
Fig. 93 et 94. — Pompes pour puits artésiens de la *U. S. Wind Engine and Pump C°*, pour des profondeurs jusqu'à 300 mètres.
Fig. 95. — Pompe *Cook* pour puits tubulaires.

A, tube enfoncé au niveau voulu, avec crépine F et garniture en caoutchouc E, sur laquelle on force le corps de pompe B, ce qui forme un joint imperméable au sable. D, clapet d'aspiration. C, piston à clapet de refoulement en caoutchouc 2, commandé par la tige 3.

pompe dans le petit cylindre indiqué à gauche au bas de la figure 75, de manière à le faire descendre malgré son contrepoids, et à tirer ainsi la chaîne qui commande l'arrêt du moulin.

Les figures 88 à 95 représentent quelques types usuels d'installation de pompes de moulins, ainsi que les types de pistons et de tubes à crépines les plus usités pour les puits profonds et sableux, ou puits artésiens, dont l'emploi est suffisamment expliqué par les légendes de ces figures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il en est de même pour les figures 96 à 98 qui représentent l'un des types de réservoir d'alimentation les plus usités pour le service des petites gares au moyen de moulins à vent.

	DIAMÈTRE de la ROUE.	TOURS par MINUTE.	COURSES DE LA POMPE.			POIDS.	PRIX.	PRIX du KILOG.
PRIX DES MOULINS HALLADAY A RÉGULATEURS CENTRIFUGES								
	mètres.		millimèt.	millimèt.	millimèt.	francs.	kilos.	francs.
Pour fermes etc.	3,00	50	100	125	150	230	400	1,75
	3,60	48	150	180	200	320	500	1,57
	3,90	46	150	180	200	390	550	1,40
	4,20	44	150	180	200	440	650	1,50
Pour irrigations, drainages, stations de chemin de fer.	4,80	40	200	230	250 ou 300	810	1400	1,70
	5,40	37	200	230	300 — 250	900	1630	1,80
	6,10	34	200	230	300 — 250	1150	1880	1,65
	6,70	32	200	230	300 — 250	1270	2130	1,69
	7,60	30	»	300	460 — 380	1590	2500	1,57
	8,50	28	»	300	460 — 380	1680	2750	1,65
	9,15	26	»	300	460 — 380	1730	2875	1,65
PRIX DES MOULINS TYPE U. S. SOLID. WHEEL (fig. 33)								
	3,00	50	100	125	150	250	350	1,40
	3,60	48	150	180	200	320	450	1,40
	3,90	45	150	200	250	340	500	1,45
	4,20	43	150	200	250	545	650	1,20
	4,80	40	150	200	250 et 300	770	1250	1,60
	5,40	37	150	200	250 — 300	815	1400	1,70
	6,10	37	150	200	250 — 300	1360	1750	1,30
	6,70	35	150	200	250 — 300	1500	2000	1,35

Ainsi que l'indique le tableau ci-dessus, le prix de ces moulins n'a rien d'exagéré; aussi n'hésite-t-on jamais à les employer, parfois avec une sorte de profusion; c'est ainsi que M. Elwood, grand éleveur de chevaux à De Kalb (Illinois), emploie à lui seul 48 moulins Halladay, dont deux de 9 mètres de diamètre, deux de $6^m,70$, un de $6^m,10$, trois de $4^m,80$, 30 de $4^m,20$, et 10 de dimensions diverses.

Les moulins sont très employés pour les *irrigations*, principalement dans la région californienne, le Colorado, le Texas, etc. D'après M. *Mac Allaster* (1), on peut facilement, avec une installation coûtant en tout 12 à

(1) *Scientif. American Suppl.*, 17 mars 1894, p. 15189.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1 300 francs, irriguer 4 à 6 hectares. D'après M. Wolff, on peut compter en moyenne sur les données du tableau ci-joint.

Diamètre du moulin.	NOMBRE D'HECTARES que l'on peut couvrir en 8 heures d'une couche d'eau de 25 m/m d'épaisseur élevé à :		
	3m,00	4m,50	7m,50
	h	h	h
2,40	0,10	0,07	0,04
3,00	0,35	0,20	0,14
3,70	0,65	0,40	0,25
4,25	0,80	0,50	0,30
4,90	1,10	0,75	0,45
5,50	1,80	4,10	0,70
6,10	2,20	1,50	0,90
7,60	3,80	2,55	1,50
9,15	7,70	5,20	3,10

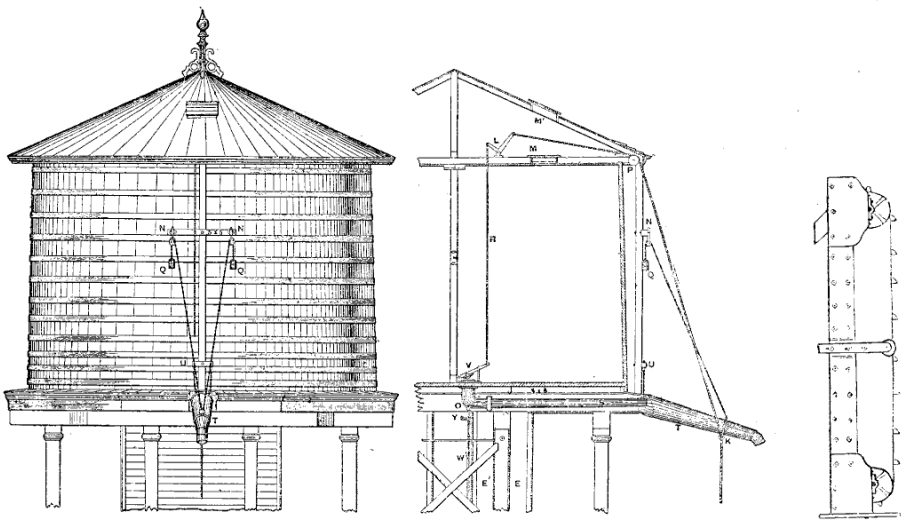
On emploie souvent, pour les irrigations et les drainages, quand la levée de l'eau est assez basse, des machines élévatoires très simples, comme la chaîne à godets (fig. 99), dont le prix d'établissement est, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous, excessivement bas.

DIAMÈTRE DE LA ROUE du moulin.	HAUTEUR DE LA MONTÉE : 1m,50.				HAUTEUR DE LA MONTÉE : 3m,10.				HAUTEUR DE LA MONTÉE : 4m,60.			
	Dimensions des augets.	Vitesse en mèt. par seconde.	Débit en mèt. cubes à l'heure.	Prix de l'élévateur.	Dimensions des augets.	Vitesse en mèt. par seconde.	Débit en mèt. cubes à l'heure.	Prix de l'élévateur.	Dimensions des augets.	Vitesse en mèt. par seconde.	Débit en mèt. cubes à l'heure.	Prix de l'élévateur.
3,60	75 × 1007	2,50	80,5	200	75 × 100	1,60	54	225	50 × 75	2,30	39,5	200
3,90	75 × 125	2,35	100	225	75 × 100	1,75	63	»	50 × 75	2,70	46	»
4,80	100 × 150	2,25	150	325	75 × 125	2,25	96	250	75 × 100	2,05	70	250
6,70	100 × 310	2,10	285	390	100 × 150	2,70	180	350	100 × 150	1,95	130	370
7,60	100 × 310	2,70	370	»	100 × 200	2,60	235	375	100 × 150	2,50	170	»
9,00	100 × 460	2,60	540	430	100 × 300	2,50	240	420	100 × 200	2,70	245	400
11,00	100 × 810	2,10	770	500	100 × 460	2,40	490	460	100 × 300	1,60	350	450
12,20	100 × 810	2,60	950	»	100 × 610	2,20	595	500	100 × 460	2,25	435	500
15,25	200 × 660	2,50	1450	450	100 × 810	2,60	910	550	100 × 610	2,50	680	550
18,30	200 × 915	2,60	2100	550	200 × 915	2,30	1360	560	100 × 810	2,70	960	625

Parmi les distributions d'eau de villages et de petites villes alimentées par des moulins à vent, on peut citer celle d'Arkansas City, dans le Texas. Un moulin Corcoran de 4m,30 de diamètre refoule, sous une charge de 16 mètres et à travers une canalisation de 330 mètres, de 10 à 90 mètres cubes par 24 heures, dans un réservoir de 145 mètres, à 5m,60 au-dessus de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conduite principale de distribution. La canalisation se compose de 430 mètres de tuyaux en bois de 0^{m},10 de diamètre, d'une construction très remar-



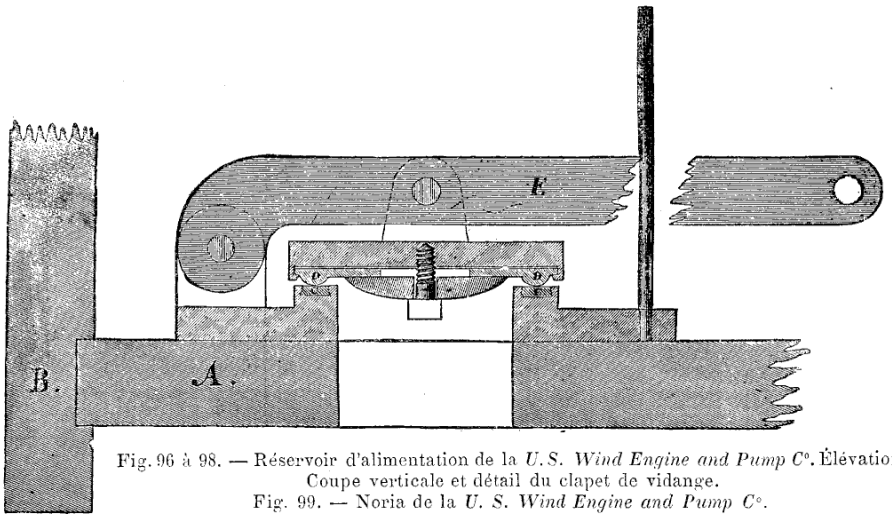


Fig. 96 à 98. — Réservoir d'alimentation de la *U. S. Wind Engine and Pump C°*. Élévation. Coupe verticale et détail du clapet de vidange.
Fig. 99. — Noria de la *U. S. Wind Engine and Pump C°*.

T, bec de vidange équilibré par Q N U. — K L R, manœuvre de la soupape de vidange U, à levier E et siège en caoutchouc D, sur métal Babbitt C. W, tuyau allant au puits, servant à drainer S en O, et pourvu d'un branchement ouvert Y, par où l'air pénètre en S après la fermeture de U, pour en éviter le choc.

quable, et de 360 mètres de tubes en fer de 40 millimètres, avec 3 prises d'incendie de 80 millimètres de diamètre, qui ont servi plusieurs fois très utilement. La distribution fait l'arrosage des rues et alimente les maisons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à un taux annuel très modéré : 25 francs par maison et 50 francs par hôtel. Ces taxes rapportent 1500 francs par an, et l'installation, qui n'a coûté que 10000 francs, n'exige qu'une dépense d'entretien presque nulle : 25 francs par an? (1).

A Macpherson City (Kansas), un moulin de $6^m,60$, installé sur une tour de 24 mètres, refoule 130 à 170 mètres d'eau par 24 heures, sous une charge de 22 mètres, dans un réservoir de 280 mètres cubes, alimentant une canalisation de tuyaux en fonte, dont 480 mètres de $0^m,25$ de diamètre et 90 mètres de $0^m,100$, avec 8 bouches à incendie de $0^m,60$. La vanne de prise d'eau est à mi-hauteur du réservoir, qui reste ainsi toujours à moitié plein en cas d'incendies, pour lesquels on ouvre une vanne spéciale placée au fond du réservoir.

Les moulins s'appliquent, bien entendu, dans l'agriculture, non seulement au service de l'eau, mais, comme l'indique la figure 100, à tous les usages de la ferme, ainsi qu'aux petites meuneries, avec des puissances allant, comme l'indique le tableau ci-dessous, jusqu'à 40 chevaux, sous un vent de 30 kilomètres à l'heure.

Dimensions, puissance, poids et prix des grands moulins Halladay à engrenages.

Diamètre du moulin.	Puissance moyenne.	Tours par minute.	Poids.	Prix.
mètres.	ch.		kil.	fr.
3,95	1,75	260	640	850
4,25	2,25	250	680	1 000
4,90	3,50	280	1 000	1 700
4,90	3,50	280	770	1 370
6,70	5,00	230	1 360	2 750
7,60	6,00	240	2 130	3 500
9,15	8,00	210	2 360	4 000
11,00	12,00	160	3 170	5 000
12,20	18,00	150	4 350	6 000
15,20	28,00	160	12 700	12 500
18,30	40,00	150	14 500	15 000

Je ne ferai que rappeler ici l'application très intéressante des moulins à vent pour les petits éclairages électriques particuliers. Cette application, qui exige, bien entendu, l'emploi des accumulateurs, a été, en effet, l'objet de nombreuses études et descriptions dans la presse technique française (2) et, bien qu'indiquée depuis très longtemps (3) malgré l'ingéniosité de ses pro-

(1) D'après *J. Hill* (*Scientific American Supp.*, 18 juillet 1884, p. 7112).
(2) *La Lumière électrique*, 9 avril 1892, p. 66.
(3) *Nollet*. Brevet belge du 6 janvier 1841. *Lord Kelvin*. British Association, 1882, proc. p. 513.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moteurs (1), elle ne s'est guère plus répandue aux États-Unis qu'en Europe. Son succès dépend d'ailleurs, il semble, bien plus du perfectionnement des accumulateurs que de celui des moulins à vent.

C'est donc principalement dans les fermes que ces moulins américains trouvent leurs principales et innombrables applications. Il est certain que ces appareils, bien que figurant à toutes nos expositions agricoles et construits par plusieurs fabricants français (Beaume, Shabaver, Picard, Rostin, Weinberger), ne se sont pas encore suffisamment répandus chez nous, comme en Allemagne par exemple, et que l'on rencontre presque à chaque pas dans nos campagnes, et même aux environs de Paris, une foule de cas où leur application tout indiquée serait, pourvu que le régime du vent s'y prêtât, des plus avantageuses. Nous avons, en conséquence, cru qu'il serait utile d'attirer tout particulièrement l'attention de nos lecteurs sur ces moulins, et nous n'avons pas hésité à leur consacrer un espace hors de proportion avec leur importance dans l'ensemble de la mécanique générale.

LES MOTEURS HYDRAULIQUES

Les Turbines.

Les États-Unis sont, par excellence, le pays des turbines. On évalue à 1 200 000 chevaux la puissance des chutes d'eau qu'elles y utilisent, dans des installations parfois extrêmement remarquables : plus de 20 000 chevaux à Holyhoke, 12 000 à Portland, sans parler du Niagara.

Ces 1 200 000 chevaux équivalent à une dépense annuelle d'au moins 4 millions de tonnes, égale au quart environ de notre production houillère, et ils dépassent la puissance totale de nos machines à vapeur, non compris les locomotives et les machines marines (2). Cet emploi si étendu des turbines représente donc, pour l'industrie américaine, une économie des plus sérieuses.

Les turbines américaines ne sont plus inconnues chez nous, elles sont même construites et exploitées en France avec un certain succès, notamment

(1) *Brush.* La Nature, 17 janvier 1891. *Blyth* (Lumière électrique, 18 mars 1893, p. 527). *Bucholtz Dihlman* (id. 16 juillet 1892, p. 127). *Duc de Feltre* (id. 9 avril 1892, p. 67). *Carwardine* (The Engineer, 1er avril 1892. The electrician, 20 janvier 1893). *Rollason* (The Engineer 20 avril 1894, p. 337). *Lewis Electric Co* (Electrical World, 3 février 1894, p. 157).

(2) 920 000 chevaux en 1890 (M. Block, *Annuaire d'Économie politique*, 1893, p. 557).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par MM. *Brault et Tesset* (1) et par M. *Singrun* (2), et elles ont été, pour la plupart, décrites avec détail dans les principales publications techniques françaises (3). Je me bornerai donc à décrire ici ceux de ces appareils qui, n'ayant pas encore été l'objet de pareilles publications, sont moins connus chez nous, et méritent réellement d'attirer l'attention des ingénieurs (4).

Les turbines américaines sont presque toutes à réaction et du type *mixte*, c'est-à-dire, dans la roue desquelles l'eau s'écoule à la fois vers l'axe, comme dans les turbines centripètes, et parallèlement à l'axe, comme dans les turbines axiales. Dans ces turbines, comme dans toutes les turbines dites à réaction, où la pression de l'eau au sortir des directrices diffère de la pression atmosphérique, l'eau s'écoule ou, du moins, devrait s'écouler, en pleine marche, au travers du vannage et de la roue sans discontinuité, en remplissant complètement leurs passages, comme en mouvement permanent au travers d'une série de tuyaux de diamètres variables, de sorte que la vitesse de l'eau en un point quelconque de la turbine la déterminerait en tous les autres points. On connaît les avantages de ce genre de turbines, dont les principaux sont la supériorité de leur rendement en pleine charge et la faculté de pouvoir marcher noyée et dans un tube de section qui permet de les placer sans inconvénient au-dessus du bief d'aval. En revanche, leur rendement diminue toujours notablement par l'action du vannage, même quand on agit à la fois sur la section des aubes directrices et sur celle des réceptrices, ce qui n'a pas lieu avec les turbines à impulsion ou en libre déviation (roue Poncelet, turbines Girard, etc.), et elles sont, en outre, impropres à l'utilisation des hautes chutes à faible débit. La facilité avec laquelle les turbines à impulsion se prêtent aux grandes variations de débit les ont fait souvent préférer en Europe, tandis qu'aux États-Unis, où l'on a presque toujours l'eau en extrême abondance, on donne universellement la préférence aux turbines à réaction.

On a souvent revendiqué en faveur des turbines américaines des rendements de 0,85 et même 0,90, supérieurs à ceux des turbines centripètes européennes, qui ne dépassent guère 0,82. Comme il n'y a aucune raison

(1) *Revue industrielle*, 4 août 1894.

(2) Turbine *Hercule*. *Revue industrielle*, 30 juillet 1892, p. 301. *La Lumière électrique*, 24 février 1883, p. 234.

(3) *La Lumière électrique*, janvier, février, 28 juillet, 4 août 1883. (Turbines Alcott, Leffel, Hercule, Risdon, Hett, Humphrey, Swain Victor)..., *Haton de la Goupillère* (Cours de machines, vol. I, p. 285). A citer en outre la turbine mixte *Vigreux* (*Revue industrielle*, 2 juin 1894, p. 215.)

(4) Consulter sur les turbines américaines les ouvrages de *Francis*, Hydraulic Experiments (Van Nostrand, New-York). *Emerson*, Testing of Water Wheels (chez Wever, à Springfield. *Trowbridge*, Turbine Whels (Van Nostrand, New-York). *Bodmer*, Hydraulic Motors (Whittaker, Londres).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

théorique de cette supériorité, on est tenté de l'attribuer à des différences dans la manière d'évaluer le débit de ces turbines. En effet, on mesure assez souvent, en Europe, ce débit au moyen de moulinets, tandis qu'aux États-Unis il est toujours évalué par la méthode des déversoirs : de sorte que les rendements ainsi évalués ne sont évidemment pas comparables ; et, de

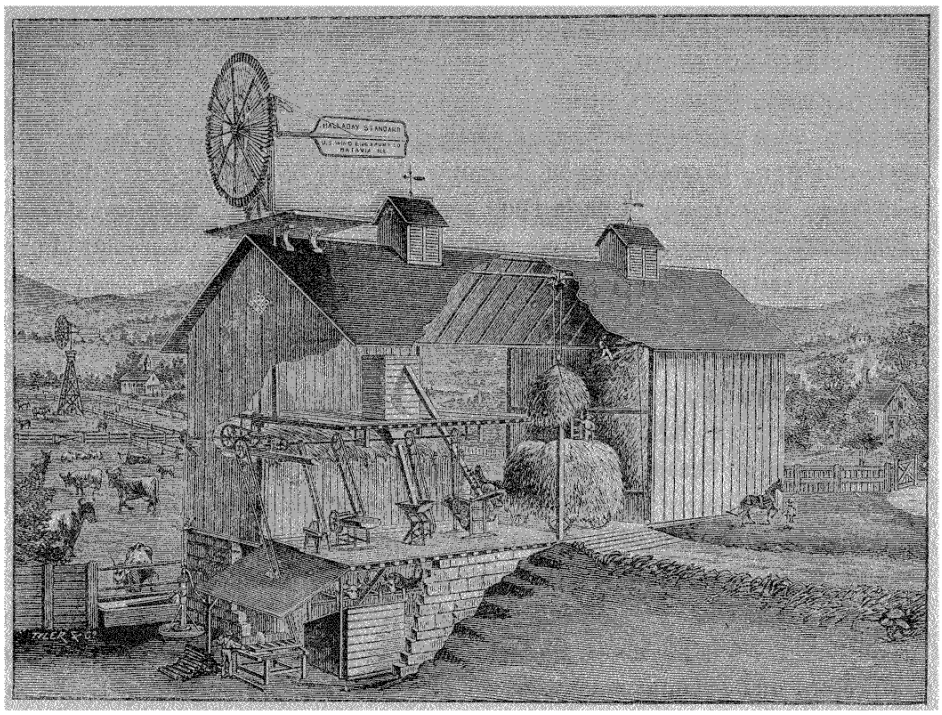


Fig. 100. — Installation d'un moulin actionnant une pompe, une scie et diverses machines agricoles.

plus, les coefficients employés en Europe pour le débit des déversoirs ne sont pas les mêmes qu'aux États-Unis.

Aux États-Unis, comme en Europe, on évalue le débit du déversoir par la formule :

$$Q = m.l.h.\ \sqrt{2gh}.$$

l étant la largeur du déversoir et h la hauteur du niveau supérieur de l'eau au-dessus du seuil; mais, tandis qu'en France on prend, pour le coefficient de réduction m, suivant la hauteur h et la forme du déversoir, des valeurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

variant de 0,386 à 0,424, et souvent la moyenne 0,400, on emploie presque toujours en Amérique la formule de *Francis :*

$$Q = 0{,}416\, lh.\ \sqrt{2gh}.$$

Cette formule suppose que l'eau arrive au déversoir, sans contraction latérale, lentement, dans un bief de profondeur égale au moins à $l/3$, et que le biseau

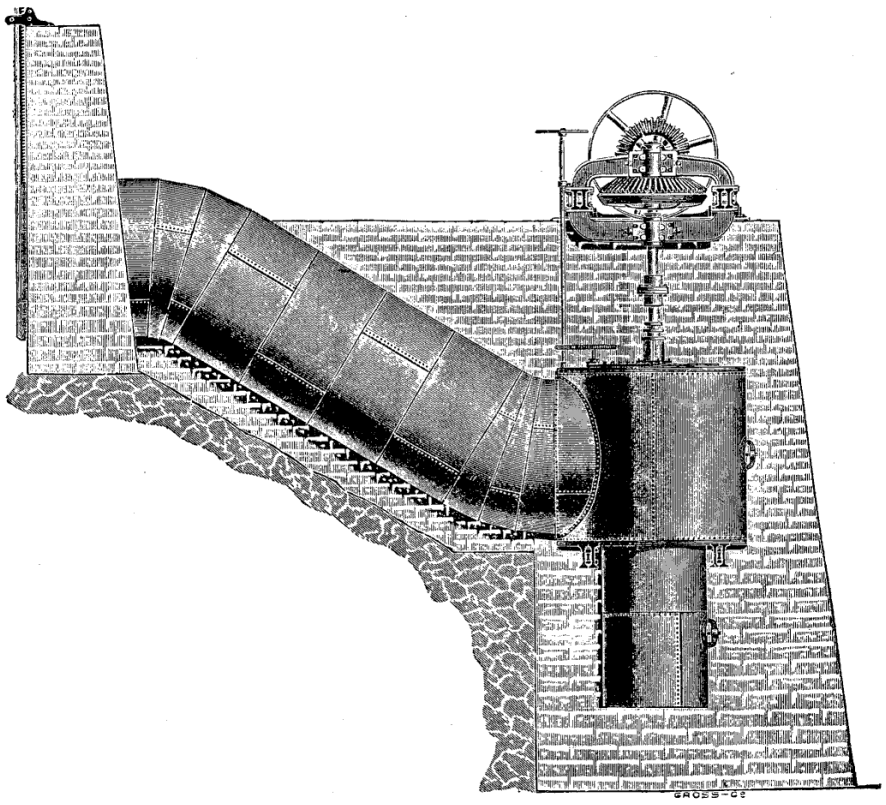


Fig. 101. — Turbine *New American* à axe vertical. Diamètre $1^m,40$, charge $8^m,30$, puissance 520 chevaux à 130 tours.

du déversoir soit en arête tranchante. En outre, dans les expériences de Francis, l a varié de $3^m,02$ à $4^m,26$, h de 180 à 480 millimètres, et l/h de 0,66 à 17,15, conditions très différentes des cas étudiés par Poncelet, Lesbros, Castel, etc., de sorte que les débits évalués en France et en Amérique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même par la méthode des déversoirs, ne sont pas rigoureusement comparables. Il est donc permis, sans mettre le moins du monde en doute la compétence des expérimentateurs américains, ni l'exactitude relative de leurs résultats, de ne pas admettre comme absolument démontrée la supériorité du rendement des turbines américaines (1).

En réalité, ces turbines l'emportent souvent sur les nôtres par leur bon marché d'achat et d'établissement, la facilité de leur installation — qui tient

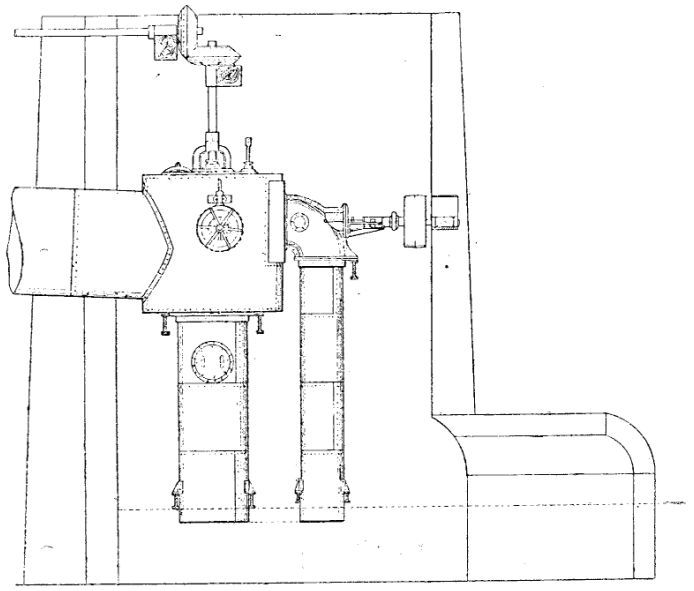


Fig. 102. — Turbine *Rodney Hunt*. Installation de deux turbines : une grande à axe vertical et une petite à axe horizontal, branchée sur la chambre de la grande turbine.

en principe à l'emploi du type centripète. — Leurs aubes plus hautes et moins nombreuses permettent d'en augmenter le débit et la vitesse, ou l'énergie à poids et à prix égal, avec un diamètre et un encombrement moindres. Leurs vannages, par aubes directrices mobiles ou par tambour, sont généralement très bien étudiés, notamment celui de la turbine Hercule (2).

(1) Voir aussi, dans le *Génie Civil* du 13 déc. 1893, p. 103, le résumé, par *M. Lavergne*, des expériences de M. *Schabaver* « sur le coefficient de débit des turbines ».

(2) *La Lumière électrique*, 24 février 1883, p. 234.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Principales caractéristiques d'une turbine Hercule de 460 m/m de diamètre.		En pleine charge.	Vannage ouvert aux 0,806.
Hauteur de chute	h	5m,171	5m,16
Débit par seconde		2500l	2200
Puissance disponible totale		169ch,84	
Angle avec le plan passant par l'axe des aubes directrices à la sortie	a	75°,15	
Angle passant par l'axe des aubes réceptrices à l'entrée.	a_1	— 8°	
— — — — — à la sortie.	a_2	70°	
Rayon de la roue à l'entrée	r_1	460 m/m	
Rayon de la roue à la sortie	r_2	245	
Hauteur suivant l'axe : des aubes directrices à la sortie.		410	
— — — — à l'entrée.		400	
— — — — à la sortie.		850	
Nombre des aubes directrices		24	
— — réceptrices		17	
Épaisseur des directrices à la sortie		7m/m,6	
— des réceptrices à l'entrée.		0,6	
— — à la sortie.		4	
Section d'entrée des directrices : mesurée.		0m,carré451	0,355
— — — effective	A^1	0,395	0,325
Section de sortie des réceptrices : mesurée.		0,735	
— — — effective	A^2	0,590	
Rapports	$\frac{A_1}{A_2} =$	0,673	
—	$\frac{r_1}{r_2} =$	1,84	
—	$\frac{e_1}{e_2} =$	0,5	
Puissance effective		145chev,72	130,3
Rendement total		0,858	0,870 (1).
Vitesse tangentielle à l'entrée de la roue en mètres par seconde	$w =$	6m,70	
Rapport $K_2 = \frac{w}{\sqrt{2gh}}$		0,669	0,652
Vitesse d'écoulement à la sortie des directrices	$c =$	6m,18	6,80
Rapport $K_1 = \frac{w}{\sqrt{2gh}}$ (réel)		= 0,625	0,685
— (calculé)		0,629 (2)	
Vitesse. $V = \sqrt{2gh}$		10m	10 m
Tours par minute		140,6	

(1) Ce rendement était encore de 0,85, 0,80 et 0,70 pour des vannages aux 0,66, 0,49 et 0,38 grâce au sectionnement partiel des aubes particulier à cette turbine.

(2) Concordance indiquant que la turbine fonctionne en réaction.

Le tableau ci-dessus qui donne, d'après Bodmer, les principales caractéristiques numériques d'une turbine Hercule essayée à Holihoke, permettra de se faire une idée assez précise des principales particularités de leurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions. Leur rayon r_1, varie de 0,70 à 1,15, $\sqrt{A}$ en raison de la peti-

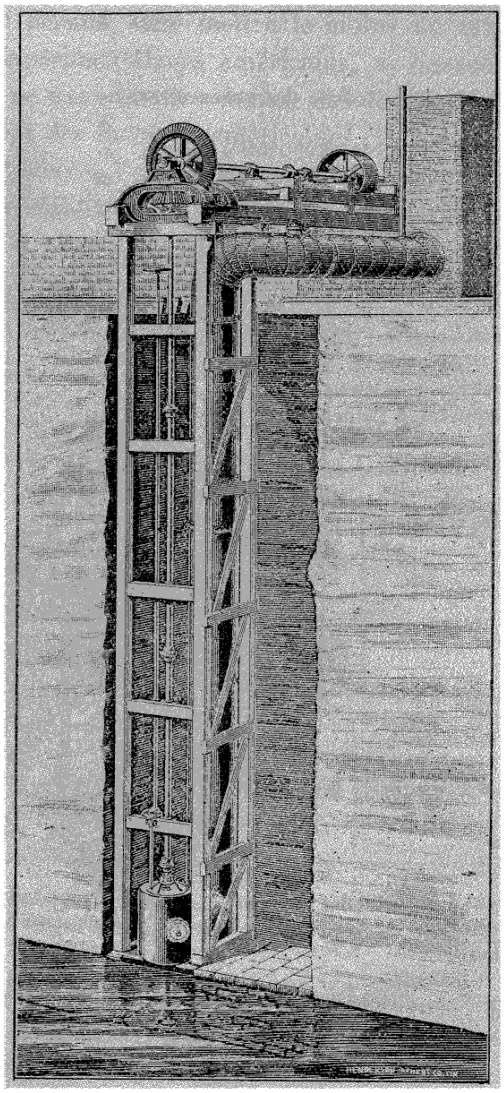


Fig. 103. — Turbine *New American*, installation pour hautes chutes. Diamètre 630 millimètres : fait 400 chevaux à 420 tours, sous une charge de 23 mètres. Transmission par un long axe vertical.

tesse de leur diamètre, et le rapport $\frac{r_1}{r_2}$ atteint parfois 2, au lieu des 1,50 de nos turbines Fournayron.

Quant à la facilité avec laquelle ces turbines américaines s'adaptent aux circonstances les plus diverses, les figures 111 à 112 en donneront, croyons-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous, une idée suffisante pour faire apprécier toute l'importance de cette adaptabilité.

La turbine *Leffel*, l'une des premières en date parmi les types mixtes, est encore l'une des plus répandues, puisque l'on en comptait aux États-Unis,

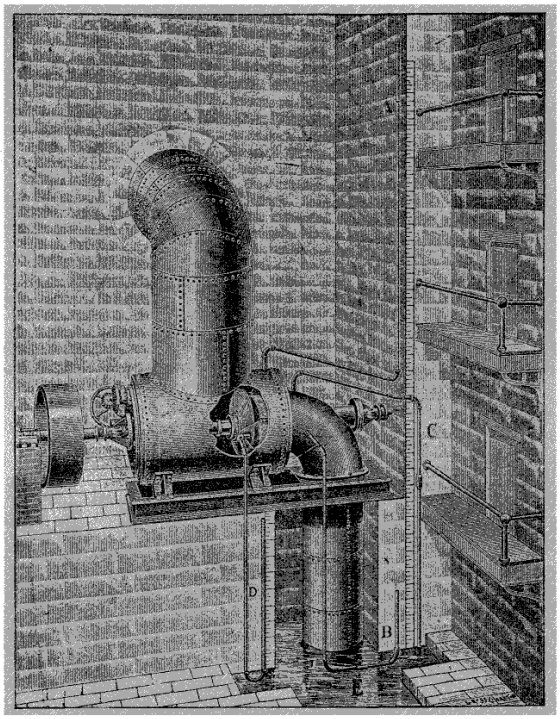


Fig. 104. — Turbine *New American* à axe horizontal, et montage des tubes de vérification.

A, tube indiquant la charge dans l'enveloppe de la turbine. B tube indiquant la perte de charge due aux frottements du tube de fuite (A-B) est la charge réelle en marche. C, tube indiquant s'il y a de l'air dans le tube de fuite. D, tube indiquant la pression de l'eau dans l'enveloppe de la roue qui, dans une turbine à dégagements insuffisants, peut être assez forte pour faire chauffer les paliers de butée.

à la fin de 1893, d'après leur constructeur, environ 13 000, développant une puissance d'environ 550 000 chevaux.

Les figures 111 et 112 suffisent pour rappeler l'aspect bien connu des types les plus usuels des turbines Leffel, le « Standard », et le « New Special » qui diffère du premier par une plus grande hauteur des aubes et du vannage, permettant, comme l'indique le tableau page 692, d'augmenter notablement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

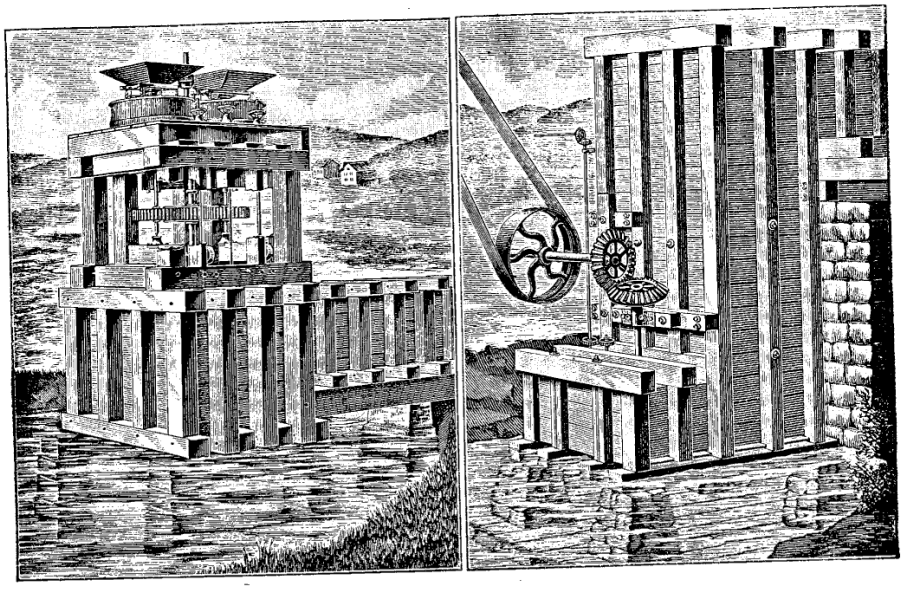


Fig. 105 et 106. — Installations de turbines *Leffel* à axe vertical, avec chambres en bois commandant l'une deux paires de meules, et l'autre une transmission.

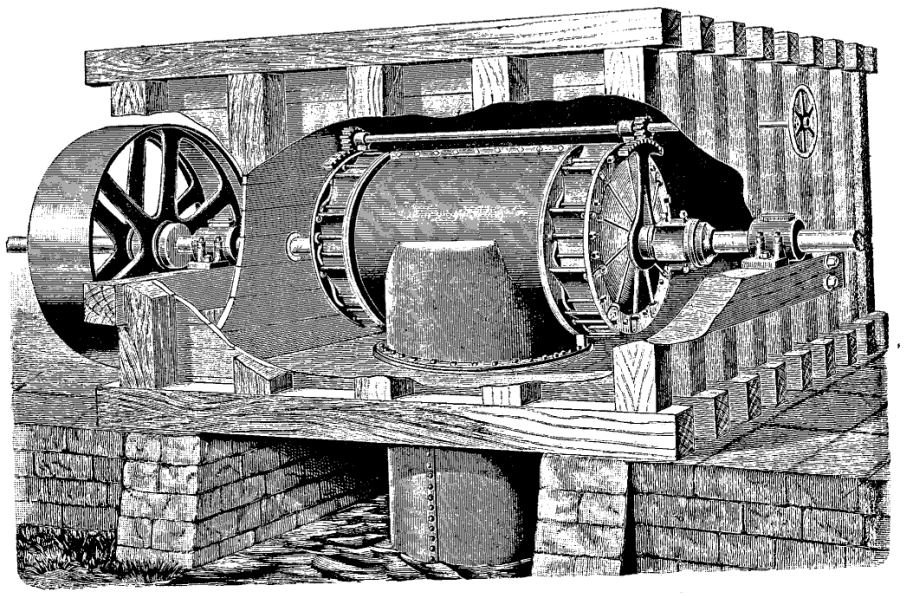


Fig. 107. — Turbine *Leffel* double, dans une chambre en bois, avec évacuation par une chambre en tôle : axe horizontal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son débit et, par conséquent, sa puissance à diamètre égal, ou son énergie spécifique (1).

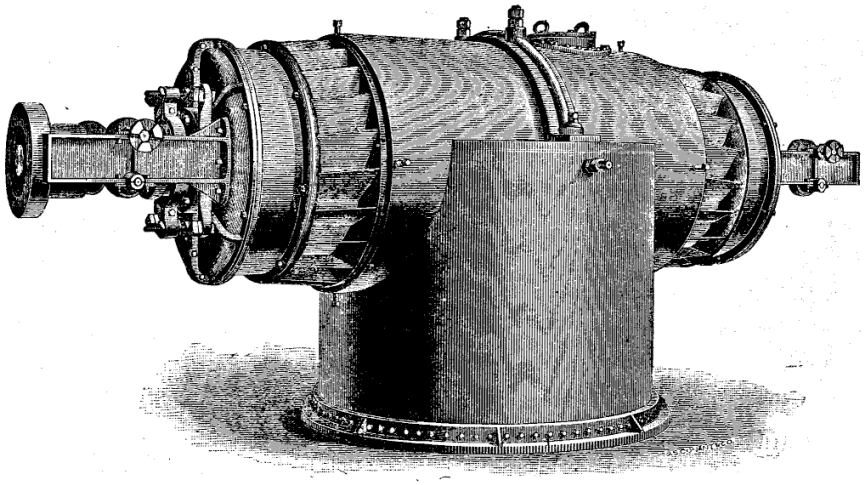


Fig. 108. — Turbines jumelles *Rodney Hunt*, avec vannage à tambour : prix d'une paire de turbines de 740 millimètres de diamètre, 5 500 francs, puissance 500 chevaux à 250 tours, sous une chute de 10 mètres.

Ainsi que le montrent les figures 106, 108 et 111, qui s'expliquent d'elles-

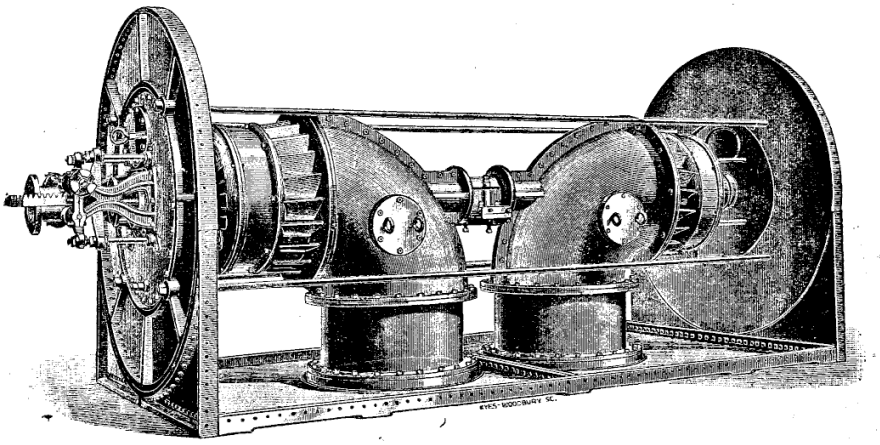


Fig. 109. — Turbines jumelées *Rodney Hunt*, à deux tubes de fuite et vannages indépendants.

mêmes, ces turbines peuvent facilement se monter isolément ou par couples équilibrés sur axe horizontal ou vertical, avec captages en bois ou en fer.

(1) « *La Lumière électrique* », 10 et 24 fév. 1883, p. 170 et 240.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

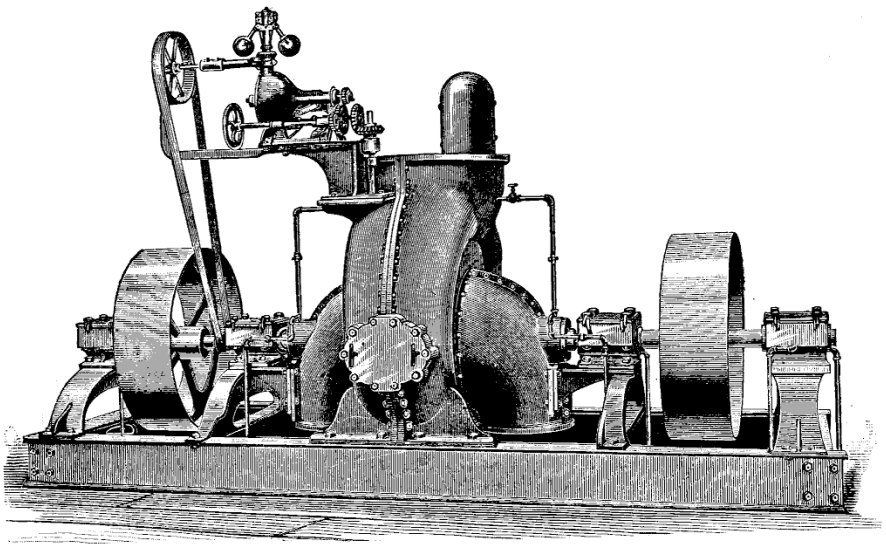


Fig. 110. — Turbine *Leffel* horizontale à double évacuation, avec paliers à circulation d'eau, régulateur et matelas d'air amortissant les chocs à la mise en train et à l'arrêt.

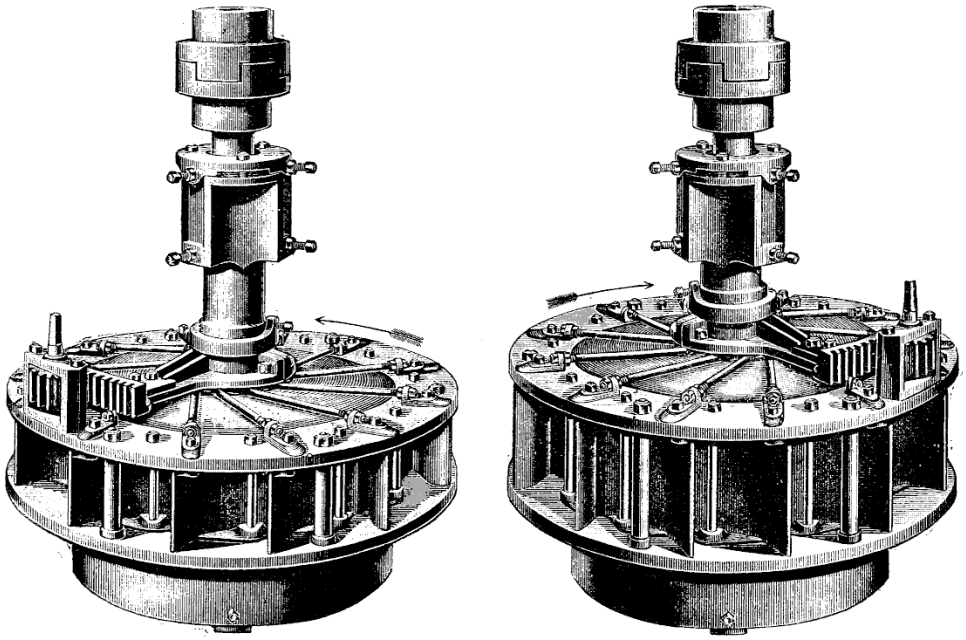


Fig. 111 et 112. — Turbines *Leffel* types « Standard » et « Spécial » ne différant en principe que par la hauteur des aubes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les basses chutes à niveau très variable, M. *Tyler*, ingénieur de la maison Leffel, a imaginé la disposition représentée par les figures 114 à 118 et qui consiste à entourer la chambre F E de la turbine d'une enveloppe ou cloche 2, 3.

Quand le niveau d'amont, en B, baisse jusqu'en 19, sous la roue, l'on ouvre la vanne 4, et l'eau, se précipitant en E, y crée, ainsi qu'en 3, au travers du reniflard 8, un vide qui fait monter l'eau dans la cloche jusqu'au niveau

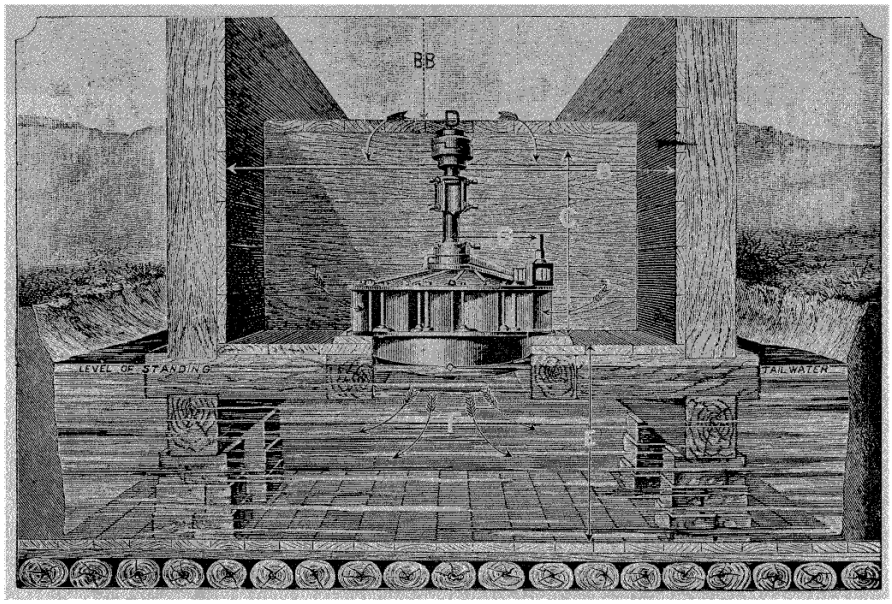


Fig. 113. — Turbine *Leffel* avec captage en bois.

fixé par le flotteur 9, de manière que la turbine reste noyée, puis on ferme la vanne 4. Quand l'eau est moyenne, comme en 21, la cloche empêche qu'il se produise, sous cette faible charge, des tourbillons et des rentrées d'air dans la turbine.

On peut ainsi utiliser avec un bon rendement des chutes de hauteur variant de $1^{m},50$ à 3 mètres.

La poulie G est montée dans un puits à l'abri des plus hautes eaux, de manière à permettre de placer le plus bas possible l'axe des turbines. Les vannages de ces turbines jumelles, du type Leffel à bras (fig. 115), sont commandés indépendamment par les manettes V V.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons maintenant décrire avec quelques détails les modifications apportées récemment aux types Leffel à vannages par aubes et par tambour.

La roue de la turbine *Bookwalter et Tyler* représentée par les figures 119 à 130 est à deux étages d'aubes *eg* et *i'g'*, séparées (fig. 119, 120 et 129) par

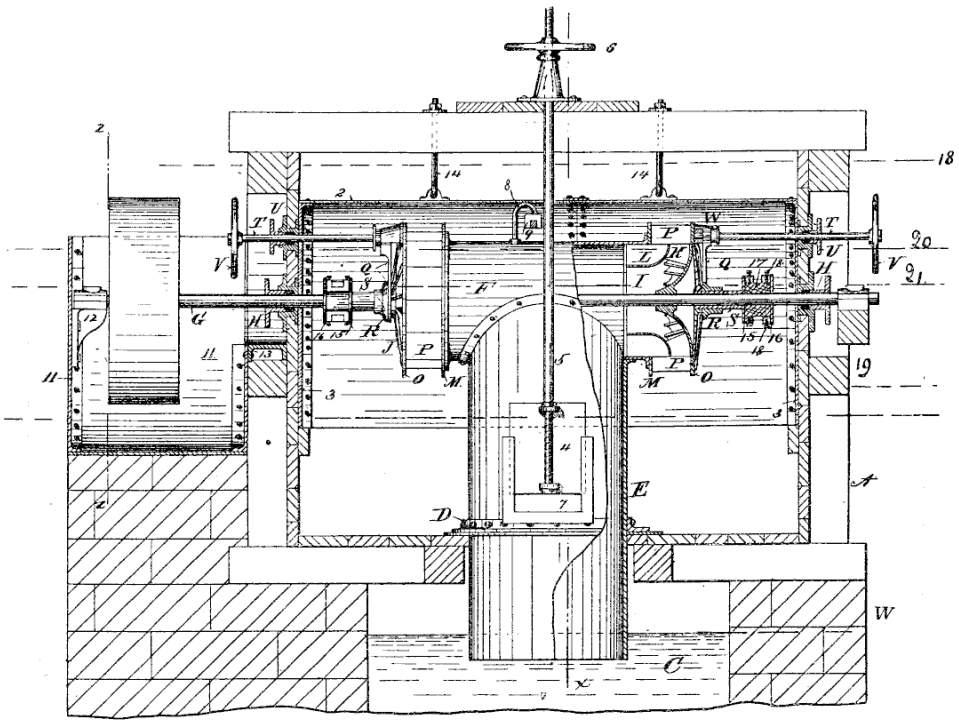


Fig. 114. — Turbine *Leffel Tyler* pour basses chutes (type de 1892). Élévation par *g g* (fig. 115) et demi-coupe verticale diamétrale.

2 3, cloche suspendue en 14. E D, tube de fuite C, commun aux deux turbines jumelées, avec prise d'eau d'amorçage 6, à vanne 4, commandée par 6 5. 8, reniflard à flotteur 9 10. P, vannes d'admission de l'eau aux deux étages, M et L de la turbine I, commandées, pour chaque turbine, par le bras denté Q, ses tringles R (fig. 118), le pignon *w* de l'arbre I et la manette V. U. H Stuffing box. S, Manchon solidaire du couvercle O, maintenant entre son collet 15 et la rondelle 16, deux blocs de bois 17, formant garniture et palier de l'arbre G, avec vis 18 rattrapant leur usure. 11, puits étanche, à palier 12, renfermant la poulie motrice, et l'abritant de l'eau à partir du niveau 21. 19, 21, 13, niveaux des eaux basses, moyennes et hautes.

le diaphragme cylindro-conique *dd'*, qui constitue, avec le chapiteau *c*, l'armature de la roue. Ces deux rangées d'aubes s'ouvrent à l'extérieur sur une même couronne de vannes directrices O (fig. 121) qui règlent, comme nous le verrons, l'ouverture des canaux d'admission E.

L'arête terminale *g* des aubes motrices supérieures est à peu près perpendiculaire à la direction moyenne de l'eau qui s'en échappe, de manière à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faciliter son inflexion parallèlement à l'axe de la roue suivant la courbure de la paroi dd', disposée de façon que la hauteur des aubes augmente de e vers g, afin d'offrir à la sortie de l'eau un débouché le plus large et le plus libre possible. A partir de d' (fig. 119) la paroi dd' se rapproche un peu du centre, de manière à suivre aussi exactement que possible l'inflexion naturelle de l'eau tombant de eg, et à augmenter de l'entrée à la sortie de l'eau,

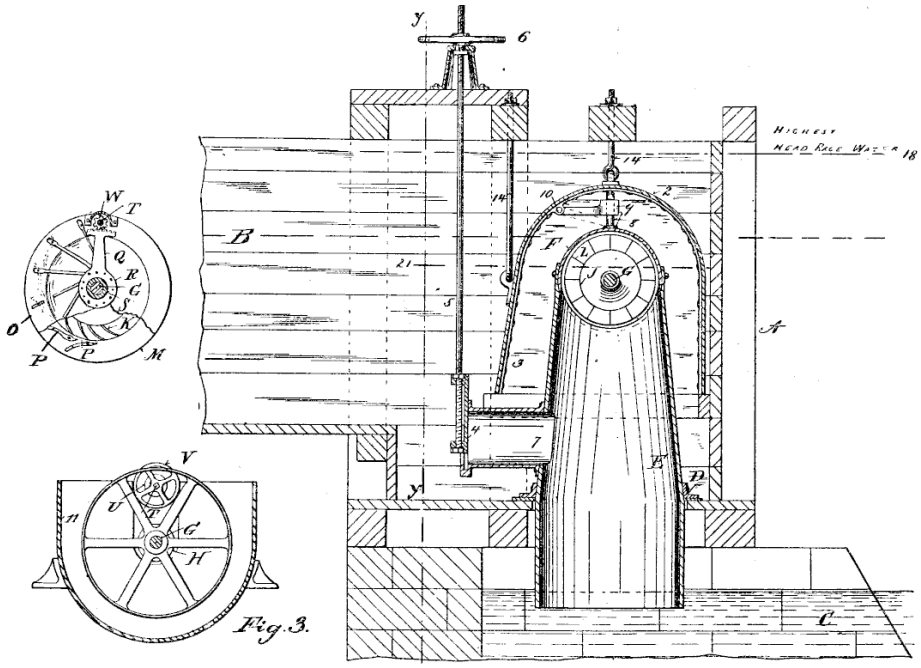


Fig. 115 à 118. — Turbine *Leffel Tyler*. Coupe $x\,x$ fig. 114 et détails de la poulie motrice et du vannage. (Même légende qu'en fig. 115.)

ou du haut vers le bas, la largeur radiale des aubes inférieures; puis elle se se termine par un biseau f', en forme d'ajutage divergent, assurant la libre sortie finale de l'eau des aubes supérieures.

Les aubes inférieures g' occupent à l'entrée une hauteur égale aux deux tiers de celle D B (fig. 119) du vannage, de manière à égaliser à peu près les sections radiales de débit des aubes supérieures et inférieures dans le plan hh'. Les parois de ces aubes, presque verticales jusqu'au point i' (fig. 129) où leur diamètre augmente, s'infléchissent à partir de ce point de manière que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Diamètres, puissances, vitesses et dépenses des turbines Leffel « Standard » et « Special ». (FIG. 111 et 112.)

Diamètre de la roue.	Hauteur de chute. . .	3m	6m,10	8m,50	10m
507 m/m (Standard.)	Puissance en chevaux.	8	22 5/8	37 1/2	47 3/4
	Vitesse en tours par minute.	218	308	371	396
	Dépense en litres par seconde	250	350	420	455
1m,01 (Standard.)	Puissance.	32	90	149 1/2	191
	Vitesse.	109	154	182	198
	Dépense	1000	1420	1680	1830
(Special.)	Puissance.	46	131	217	277 1/2
	Vitesse.	109	154	182	198
	Dépense	1450	2120	2445	2655
1m,55 (Standard.)	Puissance.	92	261	431	553
	Vitesse.	72	101	119	130
	Dépense	2900	4120	4860	5290
(Special.)	Puissance	106	302	499	641
	Vitesse.	72	101	119	130
	Dépense	3345	4770	5630	6135
1m,88 (Standard.)	Puissance	136	384	638	813
	Vitesse.	59	83	97	105
	Dépense	4290	6065	7200	7785
(Special.)	Puissance.	132	430	714	910
	Vitesse.	59	83	97	105
	Dépense	4800	6790	8050	8715

Condition d'établissement des turbines Leffel avec captage en bois.

(FIG. 113.)

A	AA	B	BB	C	D	E	EE	F	G	H	I
250 m/m	380	610	200	406	28	610	610	330	165	610	350
290	406	610	230	430	28	610	610	350	185	660	406
335	480	610	250	460	35	610	610	430	216	710	460
385	560	710	300	560	47	660	660	460	255	760	510
440	630	810	360	640	51	710	710	530	290	915	610
510	710	890	460	710	29	760	760	580	335	1m	710
585	840	1,05	610	890	41	810	810	680	380	1,27	915
675	960	1,22	710	965	48	915	915	790	437	1,47	1m,05
775	1m,10	1,42	760	1m	80	1m	915	890	505	1,70	1,22
890	1,25	1,62	890	1,10	110	1,10	960	1m	560	1,90	1,42
1m	1,45	1,90	1m	1,15	110	1,22	1m	1,15	640	2,15	1,62
1,10	1,50	2m	1,16	1,30	110	1,32	1m	1,27	710	2,30	1,80
1,22	1,73	1,90	1,25	1,45	137	1,32	1,05	1,35	790	2,40	1,93
1,27	1,75	2,15	1,40	1,60	137	1,50	1,10	1,40	825	2,55	2,10
1,42	2m	2,60	1,50	1,70	150	1,60	1,15	1,60	890	3m	2,30
1,55	2,10	3m	1,70	1,70	150	1,80	1,20	1,70	950	3,30	2,45
1,65	2,25	3,40	1,80	1,80	150	1,90	1,25	1,80	1m,03	3,50	2,60
1,88	2,55	3,80	1,95	1,90	152	2m	1,30	2m	1,17	4,06	2,80
2,20	3m	4,30	2,40	2,10	165	2,40	1,40	2,40	1,36	4,60	3,50

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau en sorte avec une vitesse absolue verticale, et leur diamètre moyen est, déterminé par l'expérience, tel qu'elles tourneraient naturellement à la même vitesse que les aubes supérieures si elles en étaient détachées, de sorte que leur liaison rigide par d n'établit aucun antagonisme entre les deux rangées d'aubes. Cette concordance est encore assurée en donnant à l'entrée des aubes e et g', sur une longueur de 6 à 15 millimètres suivant le diamètre de

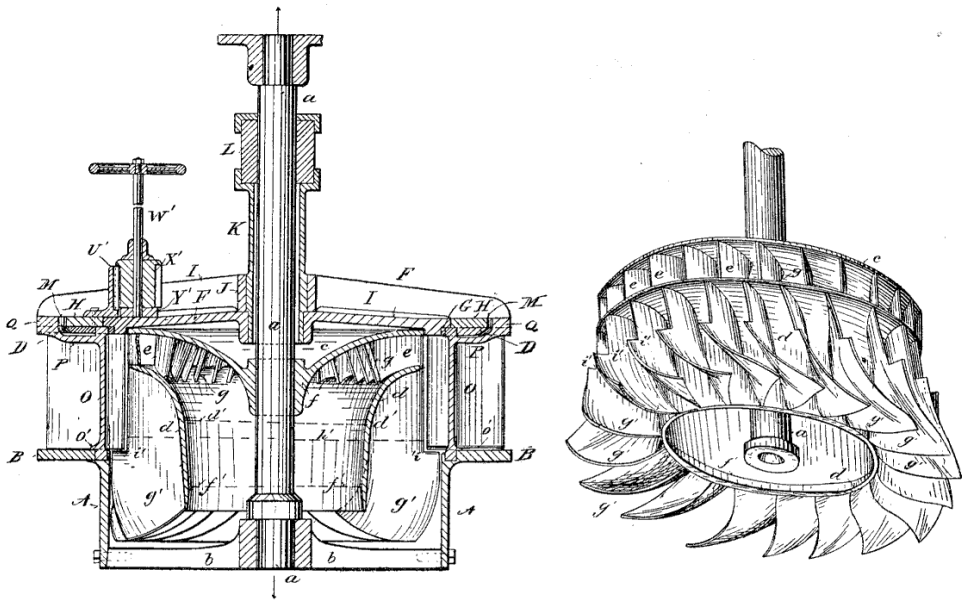


Fig. 119 et 120. — Turbine *Bookwalter et Tyler*. Coupe verticale diamétrale et ensemble de la roue.

A B, enveloppe de la turbine, reliée par les barreaux c (fig. 121) au plateau supérieur D, qui reçoit en G le couvercle F. H, anneau commandant le vannage E (fig. 121), porté par l'étoile I J, mobile autour du manchon K, fixé par la poutre L, et reposant sur F, de manière à éviter tout frottement de H sur D. W arbre, crapaudine Y', commandant l'anneau H par le pignon X' (fig. 121) et le secteur U'. M (fig. 123), coulisses de H, attaquant chacune des vannes O par son coulisseau Q, à bras P, dont le moment diminue, comme de fig. 125 à 123, à mesure que la vanne s'ouvre. O' et P' (fig. 121 et 126), inflexions des vannes, dont le rôle est expliqué dans le texte. eg ig' (fig. 119, 120 et 129), deux étages d'aubes de la roue, à diaphragmes ef et $dd'f'$, calée sur l'arbre a, porté par la crapaudine de l'étoile b.

la roue, la même inclinaison de 45° (fig. 122) sur leurs rayons respectifs 1 et 2. Enfin, l'élargissement du diamètre des aubes g' permet d'augmenter leur débit et, à encombrement égal, la vitesse et la puissance ou l'énergie spécifique de la turbine.

Le vannage s'opère au moyen d'une couronne de vannes ou aubes directrices O (fig. 124) pivotées sur les plateaux F et B, et manœuvrées simultanément par un anneau H, à coulisses M (fig. 123, 124 et 125) attaquant chacune

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de ces vannes par son coulisseau Q, disposé de manière que son bras de levier soit maximum au commencement de l'ouverture de la vanne, c'est-à-dire, à l'instant même où la pression de l'eau s'oppose à son mouvement avec le plus de force. La facilité de cette manœuvre peut être encore aug-

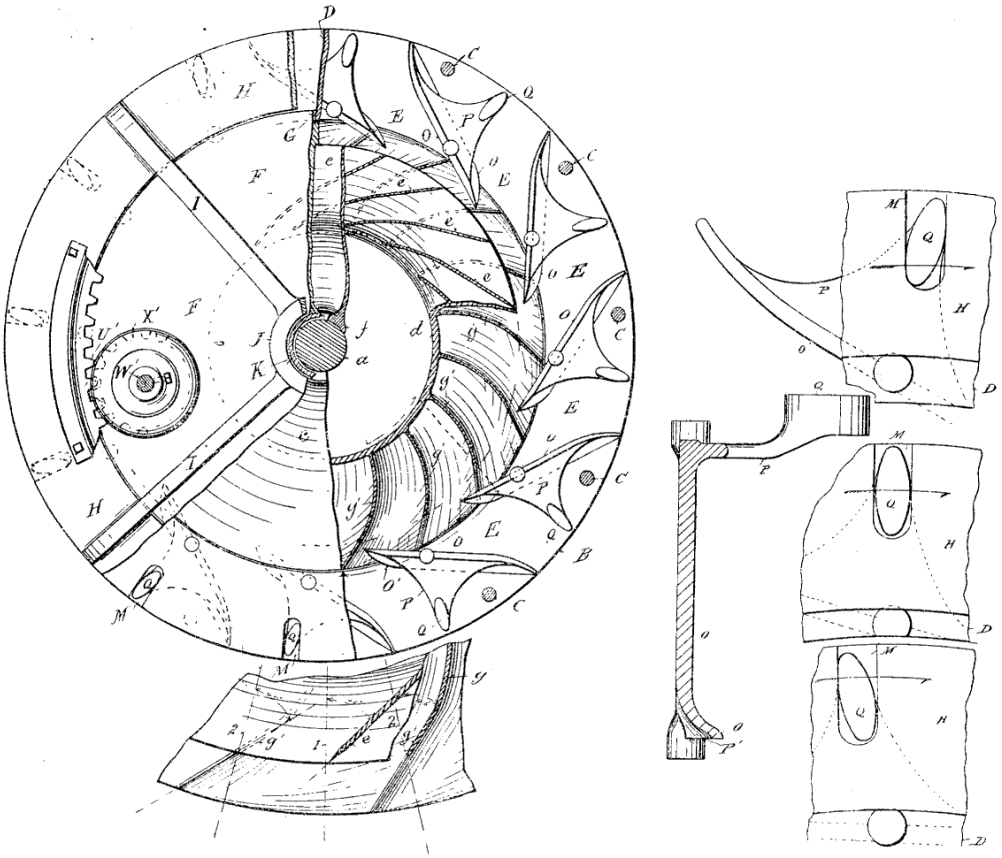
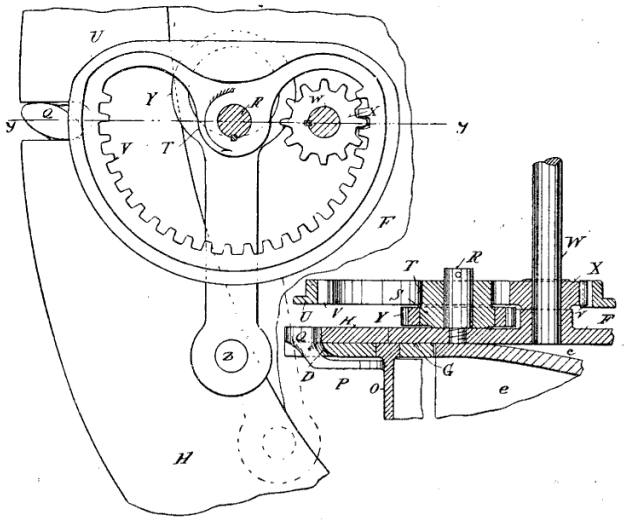


Fig. 121 à 126. — Turbine *Bookwalter et Tyler*. Plan-coupe. Détail des aubes de la roue et du vannage. (Même légende qu'en fig. 119.)

mentée en actionnant, pour les grandes turbines, l'anneau H non pas directement par un pignon X (fig. 122), mais par un large secteur V (fig. 127 et 128) solidaire d'un excentrique T, dont la bielle est articulée en z à l'anneau H, et dont le bras de levier augmente à mesure que les vannes s'ouvrent. On voit, en fig. 121 et 126 que, chacune de ces vannes se termine, au bas, d'un côté, par une lèvre O', qui empêche l'eau de tomber dans les aubes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inférieures avant d'avoir bien reçu du vannage la direction et la vitesse voulues, et, de l'autre côté, par un retrait P′ (fig. 126) qui empêche tout retard



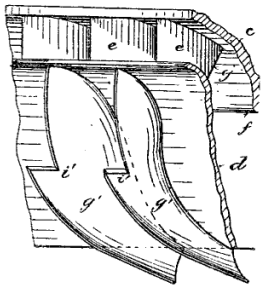


Fig. 127 à 129. — Turbine *Bookwalter et Tyler*, variante du mécanisme du vannage, et détail des arbres de la roue.

W. Arbre commandant par son pignon X le secteur V T, dont l'axe R porte un excentrique X, à br. s z, articulé à l'anneau de vannage H (pour les autres lettres voir la légende de la fig. 119).

partiel de cette chute. En effet, la forme des canaux E, déterminés par les vannes, est telle, comme on le voit en fig. 121, que, sans P′, une partie de

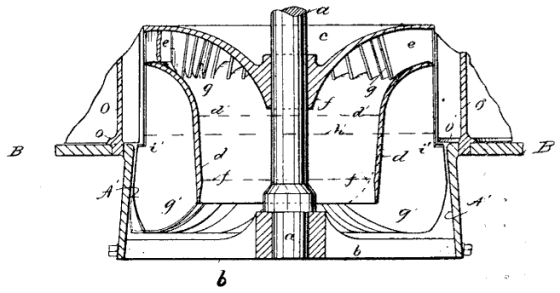


Fig. 130. — Turbine *Bookwalter et Tyler* ne différant de la précédente que par la diminution et même la suppression du redan *i′* des aubes de la roue et leur élargissement radial à partir de ce point. Il suffit de démonter l'étoile *b* pour pouvoir sortir la roue par le bas.

l'eau quitterait l'extrémité de la face ou la lèvre O′ de l'une des deux vannes qui constituent les joues de chacun de ces canaux avant de quitter l'extrémité du dos de l'autre vanne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est d'après ce type que sont construites les nouvelles turbines *Leffel*, connues, aux États-Unis, sous le nom de turbines Leffel-Samson (fig. 131),

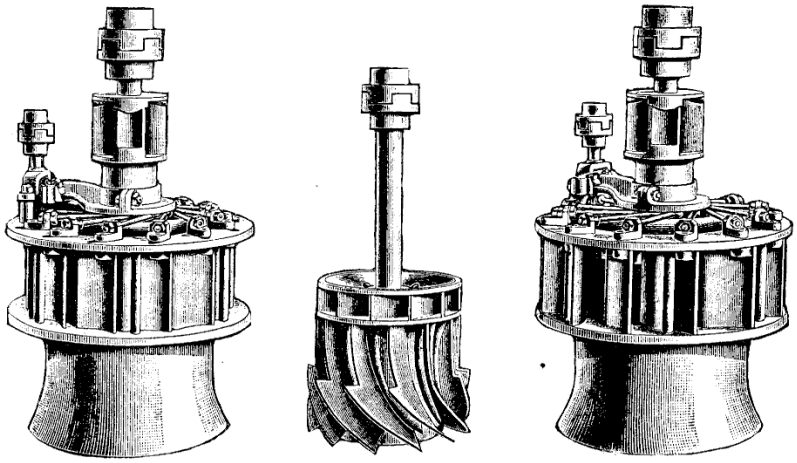


Fig. 131 à 133. — Turbine *Leffel* (type *Samson*) avec vannage ouvert et fermé. Détail de la roue.

remarquables par leur grande énergie, ainsi que l'indiquent les données des tableaux ci-dessous comparées à celles du tableau page 692.

Puissances, vitesses et débits des turbines Leffel, type Samson.

Diamètre de la roue.							
307mm	Hauteur de chute. . .	0m,90	3m	6m,10	8m,50	10m	15m
	Puissance en chevaux.	3 1/4	20	56 3/4	94	120	223
	Vitesse en tours par minute.	134	245	338	411	446	548
	Dépense en litres par seconde	350	645	915	1080	1170	1430
1m,01	Puissance	13 1/4	80 1/4	227	376	481	
	Vitesse.	67	122	173	205	223	
	Dépense	1415	2540	3660	4250		
1m,37	Puissance	31 3/4	193	546	904		
	Vitesse.	43	79	111	132		
	Dépense	3410	6220	8780	10390		
1m,88	Puissance.	45 1/4	275	777	1288		
	Vitesse.	36	66	94	112		
	Dépense	4850	8870	12500	14840		

La turbine représentée par les figures 134 à 137 est aussi à deux diamètres, mais avec une seule rangée d'aubes et un vannage par tambour C. Ce tambour est équilibré par la pression de l'eau sous son piston annulaire G et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur les tubes H, dont on fait varier les diamètres suivant cette pression, de manière à réaliser dans tous les cas l'équilibre, sans avoir à changer G. La manœuvre se fait par une crémaillère S, à galet guide M. La vanne se ter-

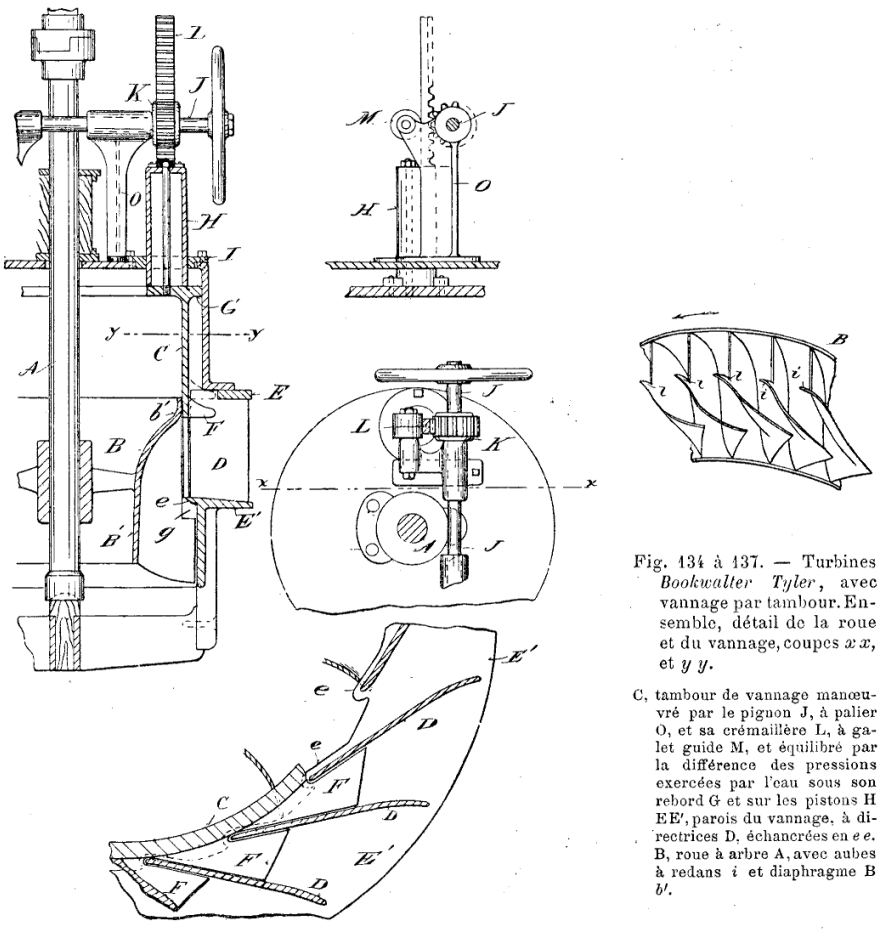


Fig. 134 à 137. — Turbines *Bookwalter Tyler*, avec vannage par tambour. Ensemble, détail de la roue et du vannage, coupes $x\,x$, et $y\,y$.

C, tambour de vannage manœuvré par le pignon J, à palier O, et sa crémaillère L, à galet guide M, et équilibré par la différence des pressions exercées par l'eau sous son rebord G et sur les pistons H EE', parois du vannage, à directrices D, échancrées en $e\,e$. B, roue à arbre A, avec aubes à redans i et diaphragme B b'.

mine par un rebord F, qui, combiné avec la forme donnée en b' au diaphragme BB' de la roue, assure la libre entrée de l'eau sans remous, même à vannage incomplètement ouvert, en même temps que la fermeture étanche de ce vannage par l'appui de F sur le bord e du seuil E'.

Les extrémités des aubes directrices fixes D, qui affleurent le tambour C,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surplombent légèrement en g le redan i des aubes de la roue, de manière à assurer le mieux possible l'embarquement de l'eau dans ces aubes.

La maison Leffel construit aussi, principalement pour les hautes chutes,

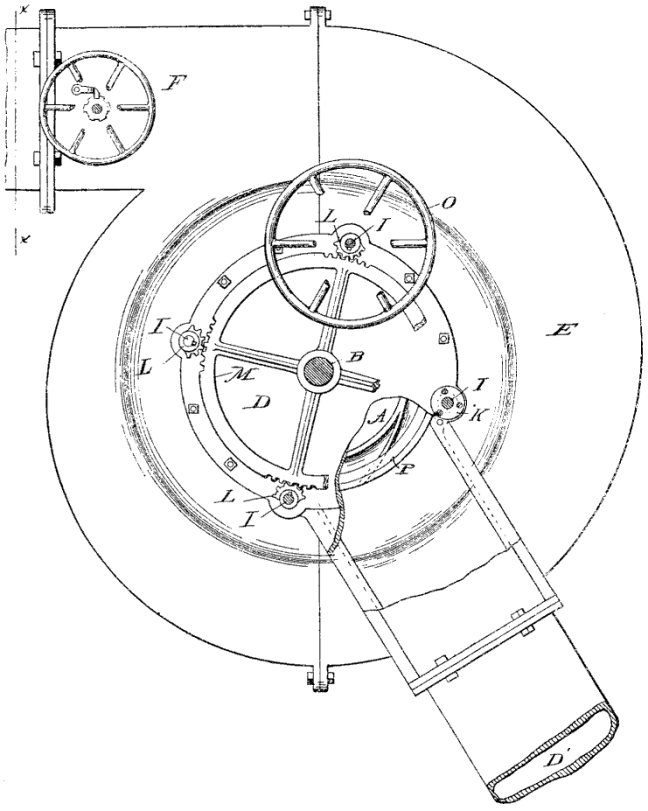


Fig. 138. — Turbine tangentielle *Bookwalter*. Élévation.

F, manette commandant par la vanne F' (fig. 139) l'admission de l'eau au limaçon E E', qui communique avec la roue A par le vannage G. D', tuyau de fuite. O, manette calée sur l'un quelconque des axes I (fig. 144) et commandant les vannes G par leurs pignons L et le grand pignon M. B. arbre de la roue, à garnitures C et C' (fig. 140).

une *turbine tangentielle*, dont les principales particularités sont représentées sur les figures 138 à 147.

L'eau admise au vannage G (fig. 139 et 145), par F et le limaçon E, s'évacue de la roue A par le tube noyé D'. Le limaçon E va se rétrécissant de E vers E', de manière que la vitesse de l'eau y reste sensiblement constante, et que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'excès d'eau non absorbé par la turbine revienne par conséquent se mélanger presque sans choc en E' à l'eau admise par F.

Les directrices G sont moitié fixes, moitié mobiles, et creusées (fig. 144) de manière à offrir à l'eau un passage de section circulaire (fig. 140) : elles pivotent autour de tourillons extérieurs I et I' (fig. 144) auxquels elles sont

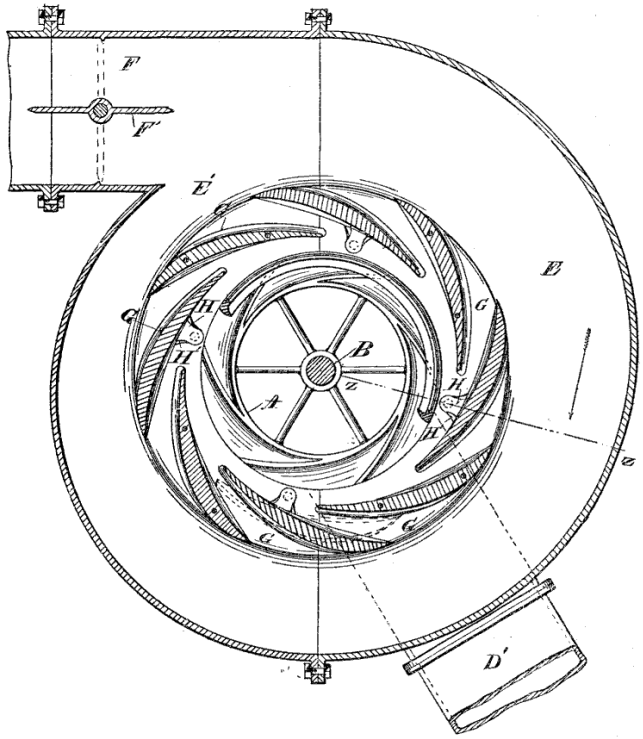


Fig. 139. — Turbine tangentielle *Bookwalter*. Coupe diamétrale J J (fig. 141).
(Même légende qu'en fig. 138.)

fixées par des pattes H. Ce dispositif a l'avantage de n'offrir aucun obstacle au passage de l'eau; en outre, la position de l'axe fictif I I' est telle que les pressions de l'eau sur les faces des vannes se font presque équilibre pendant toute l'étendue de leur mouvement indiquée par le tracé pointillé fig. 139. Ces vannes sont manœuvrées simultanément par le pignon M (fig. 138 et 142) au moyen de la manette O, fixée sur l'un des axes I.

Le joint périphérique entre la roue A et son vannage est constitué

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 142) par deux anneaux P, à chicanes annulaires Q', entre les jeux desquels l'eau ne peut passer que très difficilement (1).

Le vannage de la turbine *New American*, analogue (fig. 149 à 152) à celui de la turbine Kaiser (2) est commandé, comme celui des turbines Leffel, (fig. 112) par un secteur à bielles radiales. Ainsi qu'on le voit en fig. 150, les aubes du vannage, pivotées près de la roue, sont presque totalement équilibrées. La construction simple et robuste de ces turbines l'a rendue spécialement avantageuse pour les hautes chutes, ainsi que l'indiquent les données du tableau ci-dessous. Une turbine de $1^{m},06$, installée (fig. 103) au moulin à papier de la Cataract Manufacturing C° (Niagara), développe 1 900 chevaux sous une chute de 30 mètres (prix de la turbine, 3 250 fr. : poids, 2 800 kilos).

Puissances, vitesses et débits des turbines New American pour hautes chutes.

Diamètre de la roue.		Mètres.			
	Hauteur de chute	15	20	25	30
150	Tours par minute	1 426	1 656	1 846	2038
	Puissance en chevaux	17,3	27,1	37,6	50,0
	Débit en litres par seconde	117	136	151	167
400	Tours	537	624	696	764
	Puissance	118	184	255	343
	Débit	790	920	1 020	1 130
630	Tours	342	397	442	489
	Puissance	210	327	453	610
	Débit	1 410	1 640	1 830	2 000

Pour pouvoir étudier à chaque instant le fonctionnement de leur turbine, les constructeurs de la New American conseillent l'emploi des quatre tubes indicateurs représentés en A, B, C, D, sur la figure 104.

Le tube A indique la pression réelle de l'eau dans l'enveloppe de la turbine, et par conséquent les pertes de charge dans le tuyau d'amenée. Cette perte ne doit pas dépasser, en moyenne, 75 millimètres d'eau.

Le tube B indique la perte de charge due au tuyau d'aspiration et à son coude, par la hauteur de l'eau dans B au-dessus du bief d'aval E.

Le tube C permet de voir si le tuyau d'aspiration est complètement plein d'eau : il indique le niveau de l'eau dans ce tuyau, où elle doit entièrement noyer la turbine.

(1) Voir aussi les turbines *Thomson* (la Lumière électrique, 3 fév. 1883, p. 140).
(2) *American Machinist*, 8 octobre 1887, p. 2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tube D, inséré dans le chapeau de la turbine, à une distance égale aux 3/4 du rayon, indique la pression sur la roue de la turbine : pression qui peut, dans certains cas, avec des turbines à débits étranglés, s'élever jus-

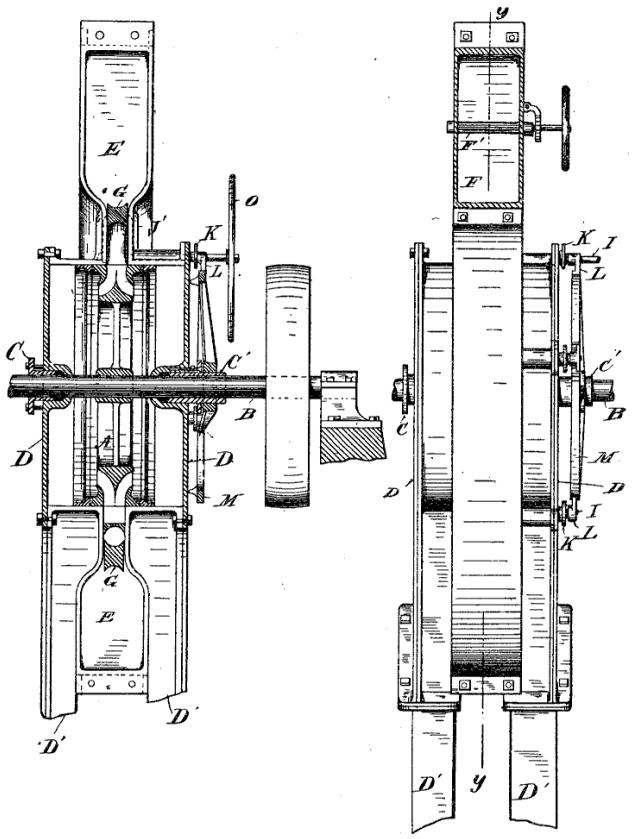


Fig. 140 et 141. — Turbine tangentielle *Bookwalter*. Coupe diamétrale et vue de face $x\,x$ (fig. 138). (Même légende qu'en fig. 138.)

qu'aux 3/4 de la charge totale, et fatiguer énormément les butées et les paliers.

Régularisation. — La régularisation des turbines se fait presque toujours au moyen de régulateurs à force centrifuge agissant, bien entendu, indirectement, au moyen de mécanismes assez compliqués, mais dont quelques-uns

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme celui de la *New American*, par exemple, sont extrêmement sensibles.

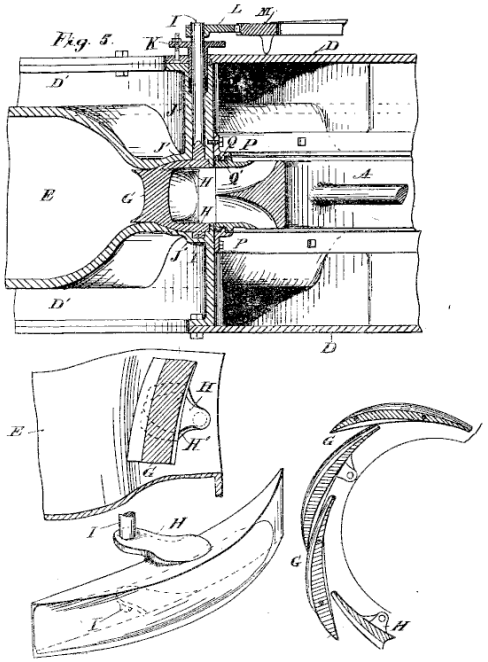


Fig. 142 à 145. — Turbine tangentielle *Bookwalter*. Coupe 22, fig. 139, et détails du vannage.

G, vannes directrices, dont la moitié seulement sont mobiles par les axes I H (fig. 138), avec garnitures R (fig. 142). P P, gardes de la roue A, avec joint à chicanes Q Q′. (Pour les autres lettres voir la légende de la fig. 138.)

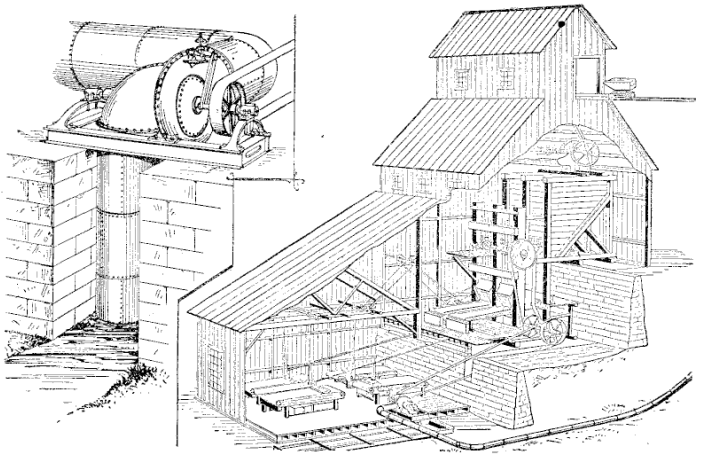


Fig. 146 et 147. — Installation d'une turbine tangentielle *Bookwalter* pour un lavage d'or à 10 bocards.

Dans cet appareil, le manchon du régulateur actionne fig. 148 deux cônes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de friction BB, de sorte que le pignon C entraîne la roue D, qui commande le vannage, dans un sens ou dans l'autre suivant que la vitesse de la turbine augmente ou diminue. Les cônes de friction B sont en forme de cloches faisant matelas d'air et permettant, grâce à la stabilité qu'elles donnent ainsi au régulateur, de ne laisser à ces cônes qu'un jeu très faible — 1 millimètre

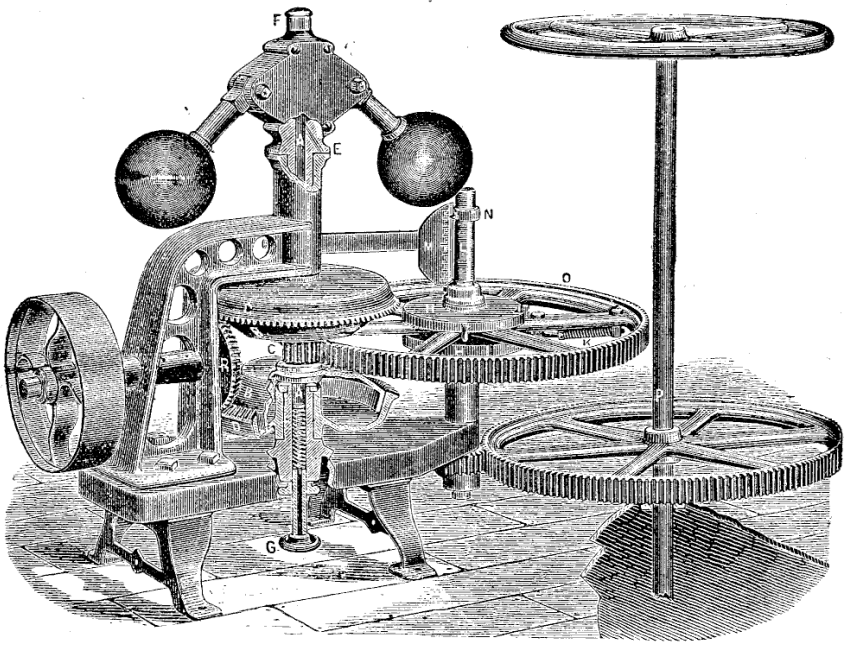


Fig. 148. — Régulateur *Fruen* de la turbine *New American*.

R, pignon en prise avec les deux pignons B, dont l'un commande le régulateur F. — B, B, embrayages à friction, solidaires du pignon C et que le manchon du régulateur met alternativement en prise avec l'un ou l'autre des pignons B. O, roue commandant le vannage par l'arbre P, au moyen d'un rochet H K, qui cède si la résistance de P devient excessive. N, écrou fileté sur L, dont l'index marque sur M l'ouverture des vannes. G, écrou réglant, par le ressort A, la vitesse de régime de la turbine.

environ, — de sorte que le régulateur est très sensible. La roue D n'attaque pas son arbre directement, mais par un rochet H, à ressort K, qui cède quand le vannage obstrué ou dérangé présente une résistance dangereuse. Un index N indique à chaque instant l'ouverture actuelle du vannage.

Dans le régulateur *Scholfield*, adopté par les constructeurs de la turbine *Rodney Hunt* (fig. 153), le manchon du régulateur agit sur un levier terminé par deux doubles cliquets, l'un à droite, l'autre à gauche, sans cesse oscillés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par un excentrique, et qu'il met en prise alternativement avec le train du vannage suivant l'allure de la turbine (1).

L'emploi de plus en plus fréquent des turbines pour l'actionnement des dynamos, souvent soumises à des régimes très variables, et qui exigent

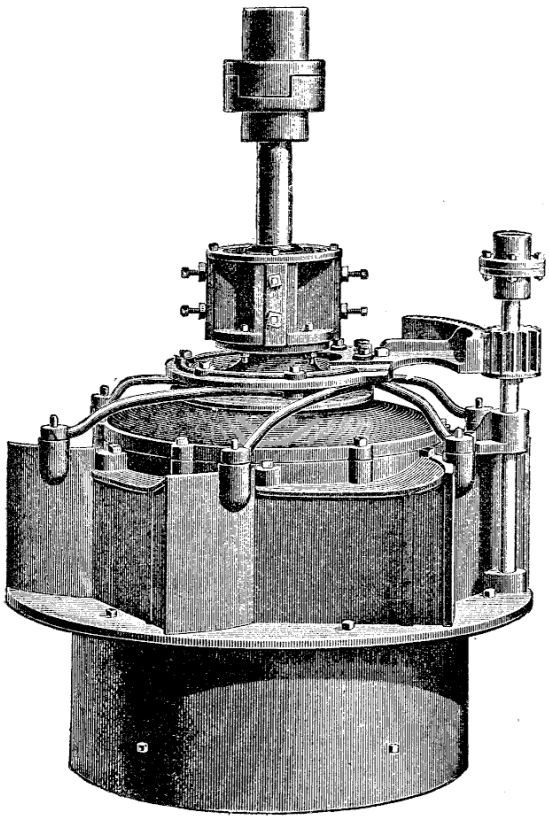


Fig. 149. — Turbine *New American*. Ensemble.

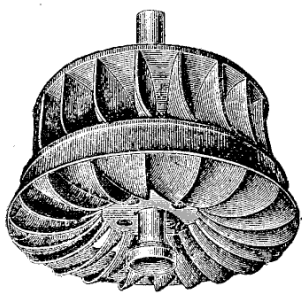


Fig. 150. — Turbine *New American*. Détail de la roue.

une grande régularité, a conduit à chercher des appareils plus sensibles que les régulateurs à force centrifuge, et agissant sur la turbine en fonction même de l'intensité ou du voltage du courant. L'application de régulateurs électriques fournit une solution tout indiquée de ce problème, et il existe, aux

(1) Voir dans « *La Lumière électrique* » du 4 août 1883, la description des régulateurs de Hewes, Kurg et Leffel. A signaler aussi les régulateurs de Bonnet et de Piccard (*Portefeuille économique des machines*, nov. 1888, sept. 1892). Page et Bell (*Armengaud, Publication industrielle*, 1885, p. 241 et 303). Escher Wyss (*Revue industrielle*, 5 avril 1890, p. 133 et 23 sept. 1893, p. 373). Raffard (*Bulletin des Arts et Métiers*, 1888, p. 197).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

États-Unis, quelques appareils de ce genre très ingénieux, dans lesquels le courant électrique régulateur, fonction directe de celui même de la dynamo

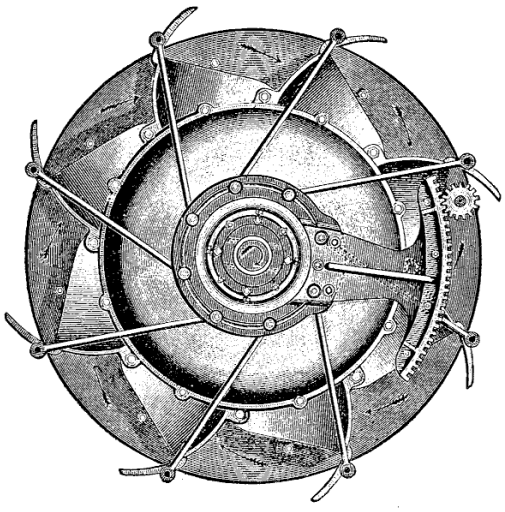


Fig. 151. — Turbine *New American*. Plan.

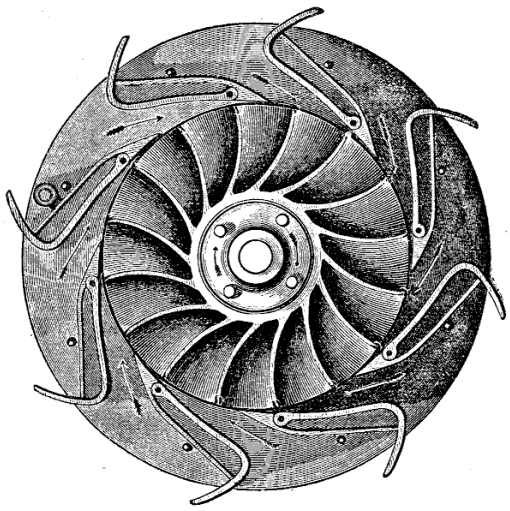


Fig. 152. — Turbine *New American*. Coupe par le vannage.

actionnée par la turbine, n'agit, comme précédemment la force centrifuge, qu'indirectement sur le mécanisme du vannage. Comme exemple de ce genre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'appareils, je citerai celui de M. *English*, représenté par le schéma (fig. 155) (1).

La partie essentielle de ce régulateur consiste en un solénoïde à gros fil Sz, en série dans le courant de la dynamo, à l'intérieur duquel peut osciller autour d'un axe 2 un arc de fer doux i, entouré d'un fil fin n, dérivé sur le circuit de la dynamo, et en un double électro-aimant MM', agissant sur le manchon F, rainuré sur l'arbre 8, de manière à mettre en prise avec la poulie motrice P' du régulateur le plateau 10 ou le plateau 9, suivant que i

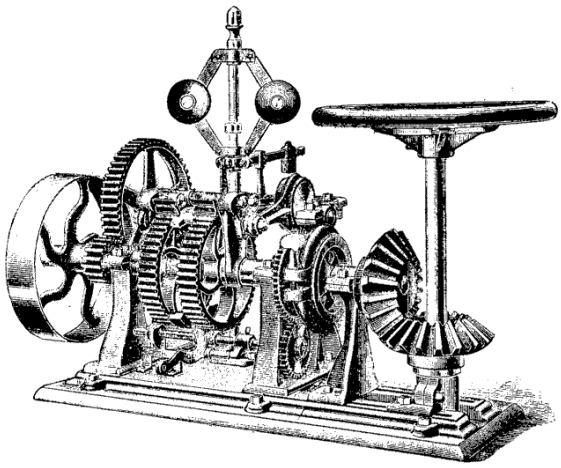


Fig. 153. — Régulateur *Scholfield* pour turbines *Rodney Hunt*.

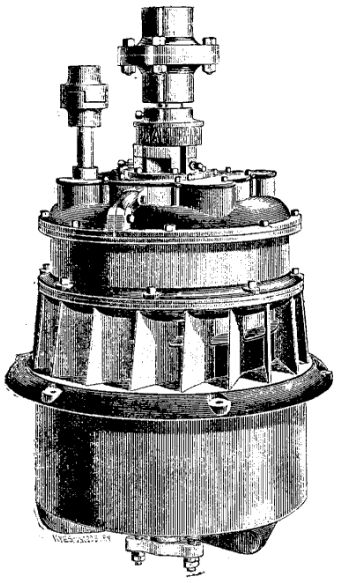


Fig. 154. — Turbines *Rodney Hunt*. Vannage par tambour équilibré, avec garniture en bois.

fait passer, comme nous allons le voir, le courant de la pile B en M' ou en M.

Dès que la dynamo se met à tourner, avec une faible ouverture du vannage pour ne pas mettre en train brusquement, z_1 attirant i, ferme en 3C' le circuit de la pile B sur l'électro M', de sorte que son armature P appuie 10 sur P', qui fait alors tourner, par GG', l'arbre a du vannage de manière à l'ouvrir. Ce même mouvement a pour effet, par la corde C, de déplacer vers la gauche le levier c', de manière à rompre le contact $c'3$, et à arrêter l'ouverture du vannage. Cet arrêt se maintient, et l'ouverture du vannage reste invariable tant que l'intensité du courant en S reste à sa

(1) Voir aussi dans « *La Lumière électrique* » du 7 juillet 1894, p. 19, la description du régulateur *Wetmore*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

valeur normale, réglée par les contrepoids w_1 et w_2. Si l'intensité du courant en S diminue, ainsi que la charge de la dynamo ; *i*, moins attiré par z, ferme en $4c_2$ le circuit de B sur M, qui, appuyant 9 sur L′, fait fermer le vannage, jusqu'à ce que le contrepoids w, ramenant L′ vers la droite, rompe le contact $4c$, arrêtant ainsi le mouvement de fermeture au point correspondant à la charge actuelle de la dynamo.

Si cette charge augmente ou baisse très brusquement, il se produit

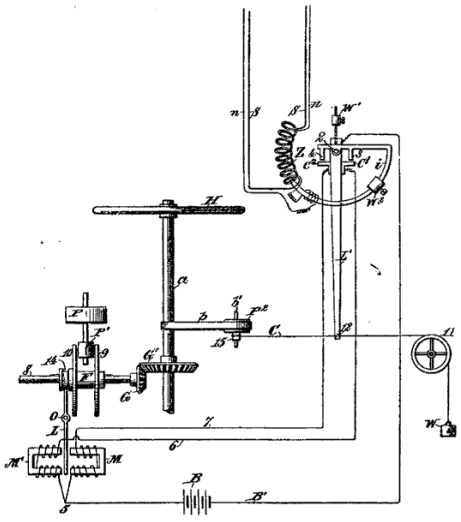


Fig. 155. — Régulateur électrique *English*.

Z, solénoïde compound, en dérivation *n* et série S sur le courant de la dynamo actionnée par la turbine, et dont l'armature *i*, à contrepoids W_2 W′ porte deux contacts 3 et 4, vis-à-vis de ceux C_3 et C_2 du levier L′, également pivoté en 2, et relié en 12 à la corde C à poids de rappel W. Le levier L′ suit ainsi, par le mécanisme b, P_2 b′, 13 c 11, les mouvements de l'arbre du vannage *a*. B, pile locale reliée par B′ *a i* et par 5, 6, 7, au double électro-aimant M M′ et aux contacts C_1 et C_2. L, armature de M M′ attaquant en 14 le manchon F, rainuré sur l'arbre S, dont le pignon G engrène avec celui G′ de *a*. P, poulie motrice du régulateur à galet P′, que F met alternativement en prise avec les plateaux 10 et 9 de F.

malgré tout une petite variation dans la vitesse de la turbine, accompagnée d'une variation correspondante du potentiel dans la dérivation *n*, qui amène *i* un peu au delà de la position qu'il prendrait sous l'influence seule des variations de l'intensité en z, de manière à réprimer le plus vivement possible ces variations de vitesse.

Les détails de construction des turbines américaines autres que ceux décrits dans les monographies qui précèdent ne présentent pas un grand intérêt. Les crapaudines, presque toujours noyées et peu accessibles, sont parfois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

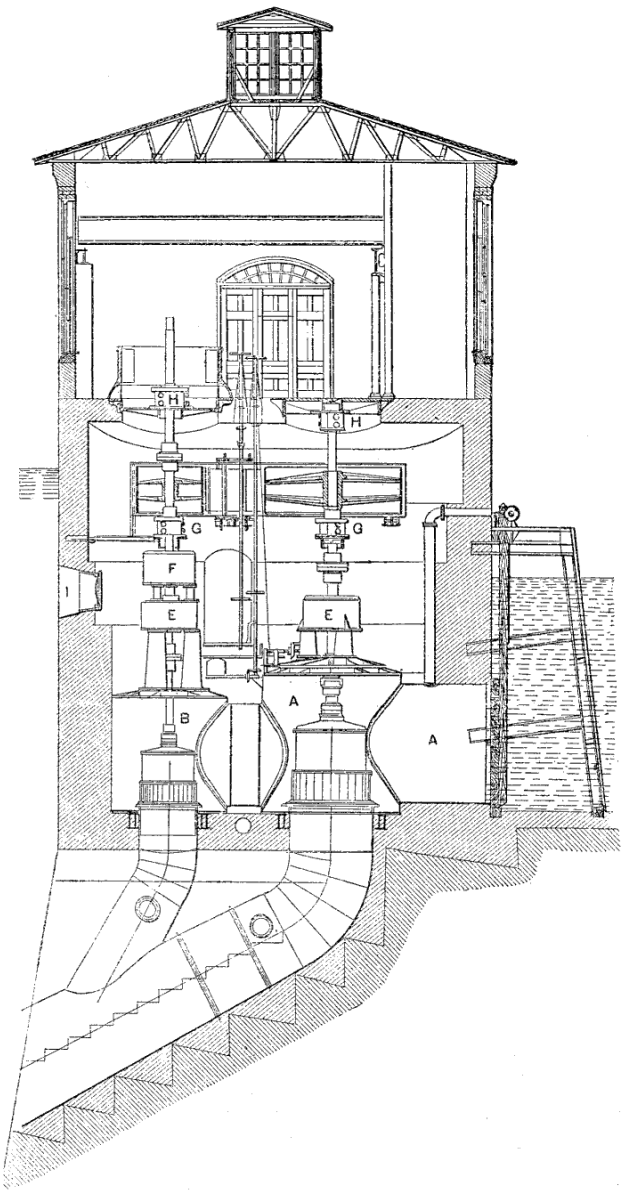


Fig. 156. — Installation d'un groupe de turbines *Victor* à la station électrique de 12 000 chevaux de Portland (Oregon).

B, turbine de 1m,06 de diamètre faisant 200 tours sous une charge de 12 mètres, commandant directement, en H H', une dynamo de 600 chevaux. A, turbine de 1m,50, commandant, en cas de basses eaux, la dynamo par la transmission à courroies G G. E E, crapaudines ordinaires à circulation d'eau. F, crapaudine à huile, supportant sur de l'huile refoulée à une pression de 20 atmosphères le poids de l'arbre de B et de la dynamo, s'élevant à 15000 k. La crapaudine E de B n'intervient qu'en cas d'accident à F. G G, crapaudine d'alignement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

établies sur gaïac (1) avec une pression qui atteint quelquefois 3 kilos par

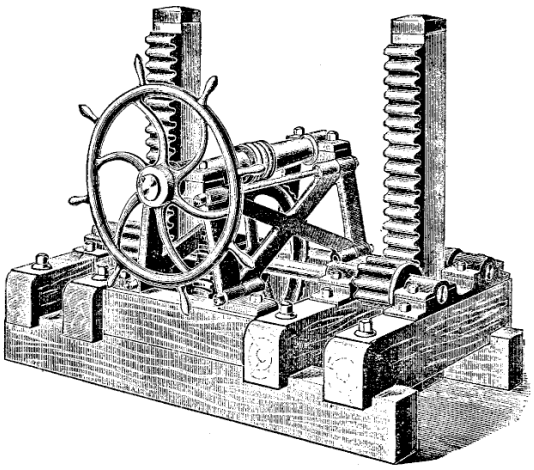


Fig. 157. — Manœuvre de vannes *Rodney Hunt.*

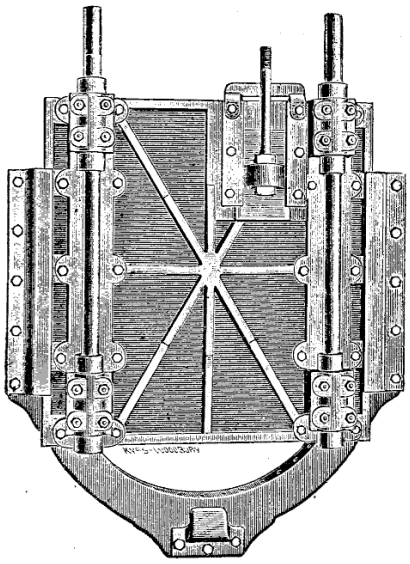


Fig. 158. — Vanne à vanelle d'équilibre *Rodney Hunt.*

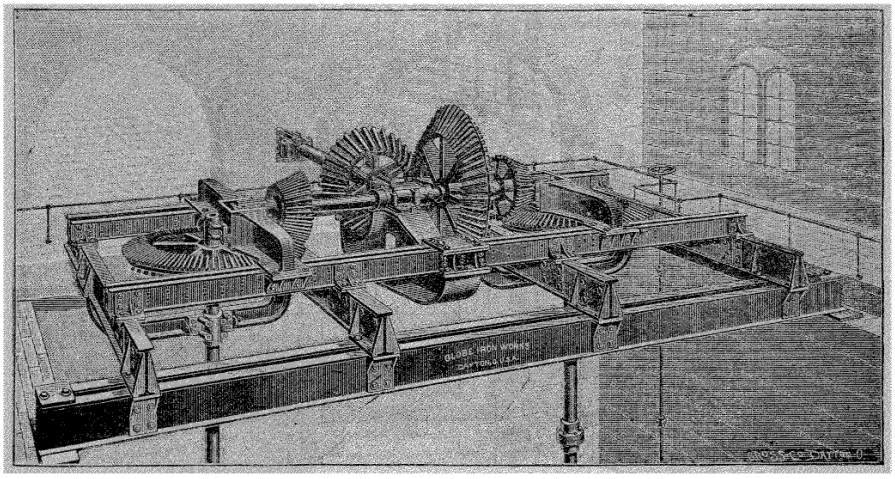


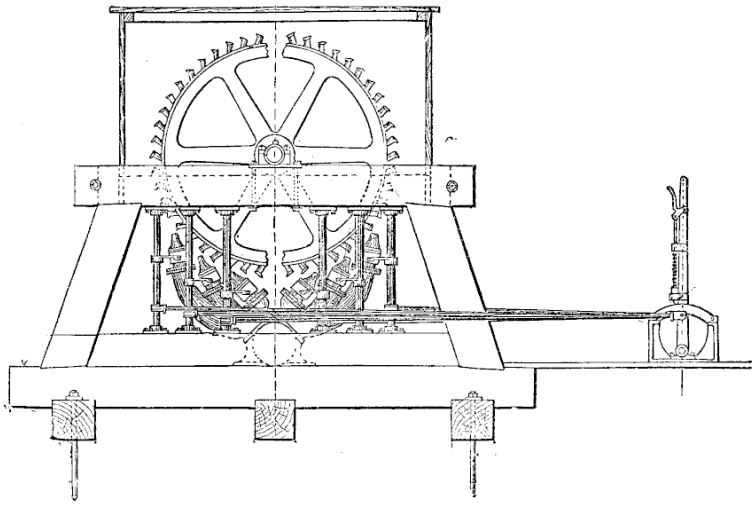
Fig. 159. — Beffroi de transmission pour deux turbines *New American* de 1m,70 de diamètre, faisant 1 200 chevaux sous une charge de 7m,30. (Dells Power Co. Tramways électriques de Eau-Claire, Wisconsin).

millimètre carré, et s'usent assez vite. Leur frottement paraît aussi plus con-

(1) Quelquefois *en verre* (turbine Géyélin).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sidérable qu'avec le bronze ou l'acier — environ 2 p. 100 de la puissance totale. Pour les grandes turbines on emploie parfois (fig. 156) des crapaudines à huile, d'un frottement excessivement faible.



Citons encore l'établissement en général très simple des vannes des biefs (fig. 157 et 158) et des beffrois de transmission (fig. 159).

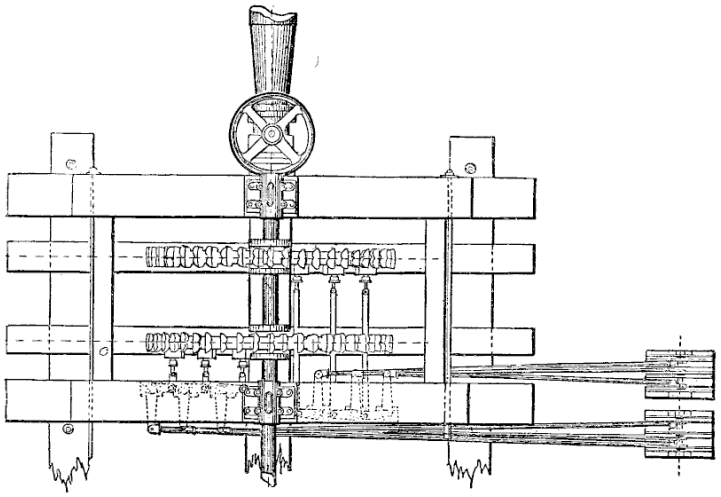


Fig. 160 et 161. — Roue *Pelton* réversible à 6 ajutages. Élévation et plan.

Les roues.

Parmi les différentes roues hydrauliques usitées aux États-Unis, celle qui présente de beaucoup le plus d'intérêt est la roue Pelton, dont les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

figures 150 à 164 suffisent pour faire immédiatement comprendre l'extrême simplicité, la facilité et la rusticité de son installation.

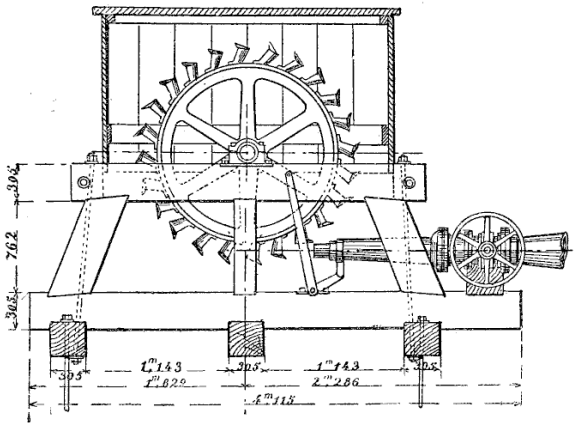


Fig. 162. Roue *Pelton* à tuyère mobile à la main.

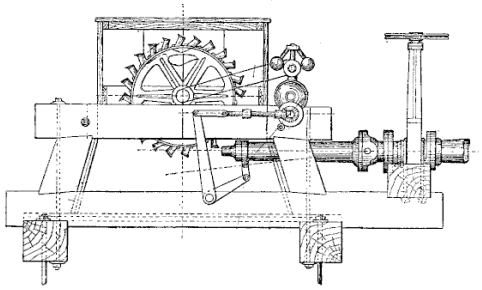


Fig. 163. — Roue *Pelton* à turbine commandée par un régulateur centrifuge.

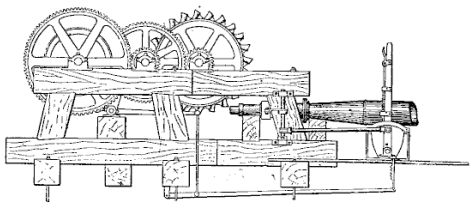


Fig. 164. — Roue *Pelton* actionnant un treuil.

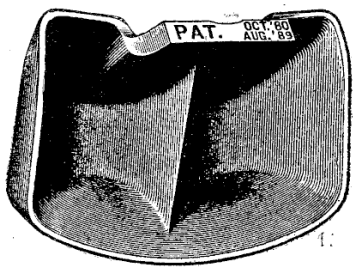


Fig. 165. — Vue en vraie grandeur d'un auget de roue *Pelton* de 600 millimètres de diamètre faisant 175 chevaux sous une chute de 246 mètres.

Cette roue est, en réalité, une sorte de turbine à impulsion à axe hori-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

zontal. Ses augets, à angles d'entrée et de sortie voisins de 90°, sont (fig. 165) divisés en deux parties par une arête radiale aiguë, coupant le jet en deux nappes dont les réactions latérales s'équilibrent sur la roue, et à laquelle on doit attribuer en grande partie la supériorité du rendement de la roue Pelton. Ces augets, généralement en bronze phosphoreux parfaitement poli, ont des bords très minces afin d'entraver le moins possible l'action du jet, et leur largeur, qui varie de six à dix fois le diamètre du jet, est suffisante pour que l'eau s'y étale largement, et en sorte en une lame de très faible épaisseur. Pour que cette sortie se fasse sans vitesse, et que le

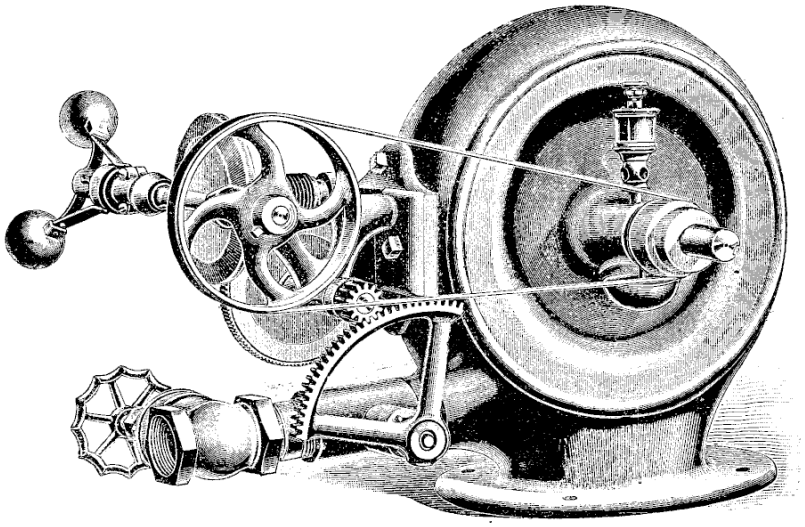


Fig. 166. — Petit moteur *Pelton* de 150 millimètres (voir le tableau p. 714) avec régulateur.

rendement soit maximum, il faut, comme on le sait, que la vitesse à la circonférence moyenne des augets soit égale à la moitié de celle de l'eau qui les frappe : de là, pour les hautes chutes, auxquelles la roue Pelton convient tout particulièrement, les grandes vitesses indiquées au tableau ci-dessous ; de là aussi la grande énergie et le bon marché de ces roues.

C'est en effet pour les hautes chutes à faible débit que la roue Pelton convient d'une façon toute spéciale et sur une échelle extrêmement étendue : depuis 10 mètres jusqu'à 600 mètres de chute, depuis le petit moteur d'un vingtième de cheval (fig. 166 et 167) (1) jusqu'aux roues de 5 000 chevaux. Cette grande souplesse d'adaptation, jointe à un excellent rendement, 0,80 à 0,87 p. 100,

(1) Voir aussi le moteur *Pitman* (Engenering, 19 octobre 1891, p. 531).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont fait adopter aux États-Unis la roue Pelton presque universellement pour l'utilisation des hautes chutes à faible débit, si nombreuses principalement dans les régions minières de la Californie.

Puissances, dépenses, vitesses, prix et poids des roues Pelton.

Hauteur de chutes.									
15m	Diamètre de la roue.	150m/m	300	460	610	915	1m,22	1m,52	1m,83
	Puissance en chevaux	0,21	0,49	1,50	2,65	6	10,60	16,60	24
	Débit en litres par seconde	1,80	3,10	9,30	17	37	66	103	150
	Tours par minute.	1 080	540	360	270	180	135	108	90
	Prix en francs.					1 120	1 425	1 750	2 125
30	Puissance	0,60	1,40	4,20	7,50	16,8	30	47	67
	Débit	1,87	4,37	13,10	23,3	53	93	146	110
	Tours	1 530	765	510	380	255	190	150	130
	Prix.					1 200	1 500	1 900	2 250
50	Puissance	1,33	3,10	9,3	16,5	37,5	66,5	105	150
	Débit	2,45	5,70	17	30	63	120	190	270
	Tours	1 990	997	665	500	330	250	200	166
	Prix.					1 250	1 600	2 000	2 370
70	Puissance	2,10	4,90	14,7	26,15	59	104	163	235
	Débit	2,8	6,5	20	35	80	140	220	318
	Tours	2 319	1 160	770	580	385	290	230	190
	Prix.					1 325	1 750	2 225	2 500
100	Puissance	3,60	8,40	25,3	45	100	180	280	405
	Débit	3,40	8	23	42	95	170	265	380
	Tours	2 780	1 390	927	696	463	346	277	231
	Prix.					1 500	2 000	2 425	3 225
150	Puissance	6,74	15,73	47,20	84	190	335	525	755
	Débit	4,20	5	29	52	118	280	325	470
	Tours	3 426	1 713	1 142	856	570	430	340	285
	Prix.					1 950	2 700	3 875	5 000
200	Puissance	9,87	27,35	70	124	280	500	780	1 120
	Débit	4,70	14	34	60	4 134	240	370	535
	Tours	3 906	1 950	1 300	976	650	490	390	325
	Prix.					2 250	3 375	3 875	5 000
300	Puissance	19	52	133	237	524	950	1 484	2 136
	Débit	6	16	43	74	166	245	460	615
	Tours	4 845	2 420	1 615	1 210	807	605	485	403
	Prix.					2 250	3 375	3 875	5 000
	Poids					320 à 450k	450 à 770k	630 à 950k	950 à 1 360k

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Puissances et diamètres des roues Pelton à ajutages multiples

HAUTEUR de CHUTES.	ROUES DE 1m,70 à 2 AJUTAGES.	ROUES DE 1m,70 à 3 AJUTAGES.	ROUES de 2m,45 à 4 AJUTAGES.	ROUES de 3m,05 à 5 AJUTAGES.
	PUISSANCES EN CHEVAUX			
mètres.	chevaux.	chevaux.	chevaux.	chevaux.
6	21	30	40	52
9	38	57	76	95
12	59	88	118	147
15	82	123	164	206
18	107	161	215	269
21	135	203	271	339
24	165	247	330	412
30	232	348	465	581
33	302	454	605	757
45	425	637	850	1 062
60	655	982	1 310	1 637

Prix et puissances des moteurs Pelton (fig. 166 et 167).

Chute en mètres.	DIAMÈTRE. 150 m/m. Puissance en chevaux.	150 m/m. Prix en francs.	305 Puissance.	305 Prix.	460 Puissance.	460 Prix.	460 Puissance.	460 Prix.	610 Puissance.	610 Prix.
6	0,05	150	0,12	300	0,2	625	0,37	875	0,66	1 375
15	0,20	150	0,50	300	0,85	625	1,50	875	2,65	1 375
24	0,43	150	1,00	300	1,70	625	3,10	875	3,35	1 375
30	0,60	150	1,4	300	2,30	625	4,20	875	7,50	1 375
45	1,10	150	2,6	300	4,40	625	7,75	875	13,8	1 375
60	1,70	150	4,00	300	6,75	625	12,00	875	21,2	1 375
75	2,40	150	5,50	300	9,40	625	16,70	875	29,6	1 375
90	3,13	175	7,30	350	12,4	700	22,00	1 000	39,0	1 500
105	4,00	175	9,20	350	15,60	700	27,6	1 000	49,0	1 500
120	4,80	200	11,20	400	19,00	750	34,00	1 100	60,0	1 600
135	5,75	200	13,4	400	22,70	750	40,3	1 100	71,6	1 600
150	6,75	250	15,70	450	26,60	800	47,2	1 150	84,0	1 650

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Puissances, poids et prix des roues Pelton à 2 ajutages.

HAUTEUR de CHUTE.	ROUE DE 0m,91.		ROUE DE 1m,22.		ROUE DE 1m,50.		ROUE DE 1m,82.	
	PUISSANCE.	PRIX.	PUISSANCE.	PRIX.	PUISSANCE.	PRIX.	PUISSANCE.	PRIX.
mètres.	chevaux.	francs.	chevaux.	francs.	chevaux.	francs.	chevaux.	francs.
6	3	1 500	5,3	1 775	8,3	2 125	12	2 500
9	3,50	1 500	9,7	1 775	15,4	2 125	22	2 500
12	8,50	1 550	15	1 800	24	2 165	34	2 550
15	12	1 625	21	1 825	33	2 200	48	2 600
18	16	1 700	28	1 950	43,5	2 225	63	2 650
21	19,76	1 800	35	2 000	55	2 300	79	2 750
24	24	1 900	43	2 100	67	2 375	96	2 875
30	33,7	2 000	60	2 250	94	2 500	135	3 000
46	62	2 200	110	2 500	172	2 875	248	3 500
61	95,5	2 400	170	2 875	265	3 250	382	4 000
76	133,5	2 625	237	3 250	371	3 750	534	4 500
91	175,5	2 750	311	3 400	487	4 000	702	4 850
106	221	2 875	393	3 550	614	4 300	884	5 125
122	270	3 000	480	3 700	751	4 625	1 080	5 625
137	322	3 125	572	3 875	896	5 000	1 289	6 125
150	377	3 250	670	4 000	1 050	5 375	1 510	6 750
Poids. .	430 à 570		570 à 900		860 à 1 100		1 100 à 1 800	

Voici quelques exemples qui permettront d'apprécier de quelle utilité l'emploi de la roue Pelton a été, pour le développement des mines de cette région, principalement en permettant d'utiliser la puissance de chutes inapplicables aux turbines ordinaires à la production de l'électricité, transmise ensuite à des mines situées à des hauteurs et dans des régions pratiquement inaccessibles à toute autre puissance (fig. 168).

Les mines du mont Sneffes, appartenant à la Caroline Mining Co, sont situées dans les Montagnes Rocheuses à l'altitude de 4 800 mètres, dans la région des neiges perpétuelles, et à 1 500 mètres au-dessus de la zone forestière : la presque impossibilité d'y transporter du charbon y fit adopter l'électricité. L'eau, prise au Red. Canyon Crick par un tuyau de 1 200 mètres de long, actionne, sous une charge de 150 mètres, deux roues Pelton : l'une de 1m,50 de diamètre et l'autre de 1m,80, faisant respectivement 500 et 700 chevaux. Ces roues font tourner différents appareils : broyeurs, etc., et 3 dynamos Edison, d'une puissance totale de 293 chevaux, qui est envoyée à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la mine, sous une tension de 800 volts, par une ligne de 7 400 mètres, pour y actionner les pompes, ventilateurs, broyeurs, treuils, etc., de l'exploitation. — On économise ainsi annuellement plus de 200 000 francs de charbon.

A Telluride (Colorado), dans une des mines de la Gold King Mining Co, un alternateur Westinghouse commandé par une roue Pelton de 1m,80, sous une charge de 100 mètres, actionne à une tension de 3 000 volts un dynamoteur de 100 chevaux situé à 750 mètres plus haut, et qui fournit la puissance nécessaire à l'exploitation de la mine. Bien que la ligne passe en pleines neiges, elle a fonctionné, pendant l'hiver de 1892, presque sans inter-

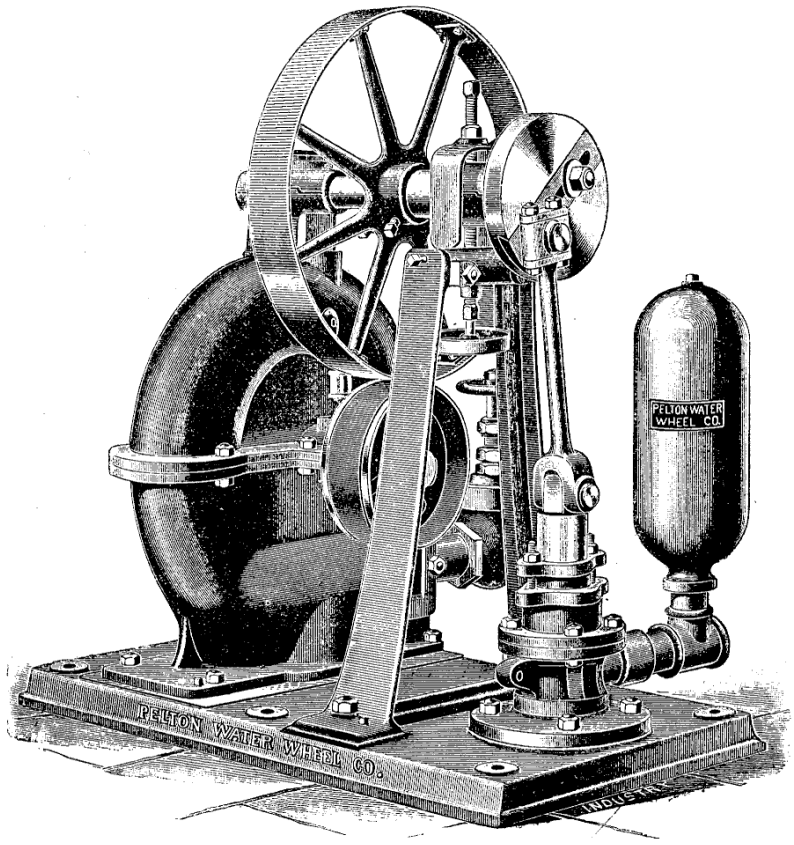


Fig. 167. — Moteur *Pelton* commandant une pompe à l'aide d'une transmission par frottement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

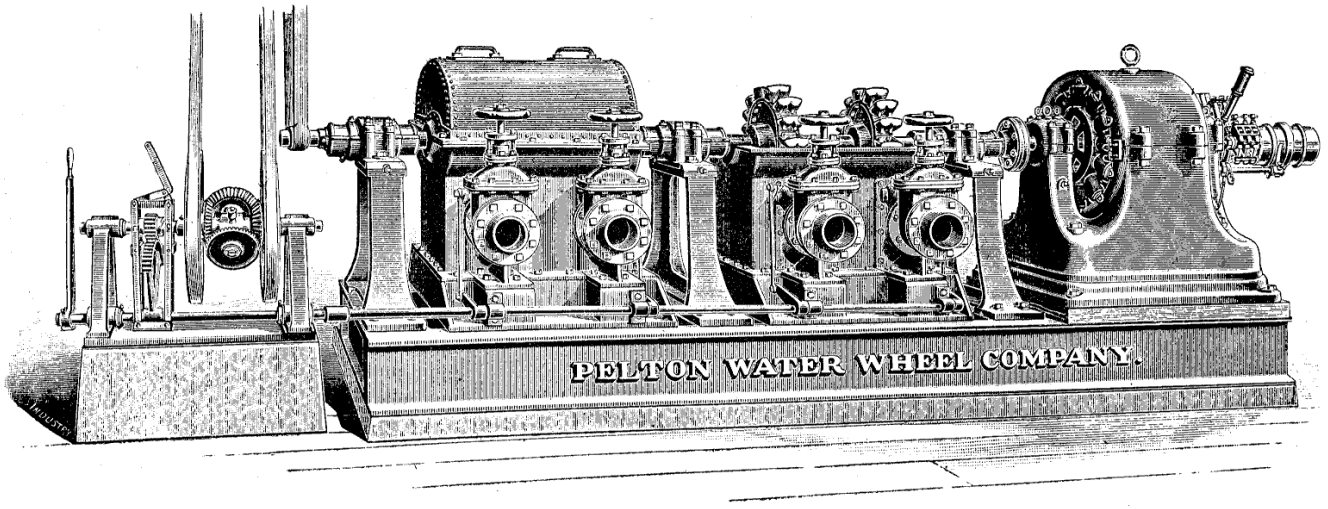


Fig. 168. — Installation de 4 roues *Pelton* de 330 millimètres de diamètre, faisant 250 chevaux à 830 tours, sous une charge de 104 mètres, et actionnant une dynamo dont le courant est envoyé à une mine située à 21 kilomètres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ruption. Son entretien n'a guère coûté, jusqu'à présent, qu'une centaine de francs, à la suite d'accidents dus aux orages. On y a installé récemment deux roues Pelton de 500 chevaux, pour la commande électrique d'autres appareils de la mine, à 16 kilomètres de la station, et pour l'éclairage de Telluride, à

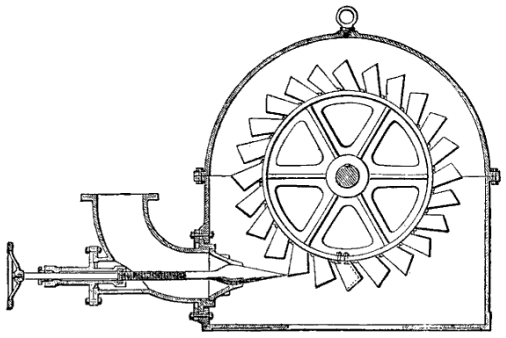


Fig. 169. — Roue *Pelton* avec ajutage de *Helt*.

13 kilomètres. Ces roues, de $1^{m},50$ de diamètre, reçoivent leur eau sous une charge de 150 mètres, par un tuyau de 1 200 mètres de long.

Au Comstock, tunnel Sutro, puits Chollar, six roues Pelton, installées à

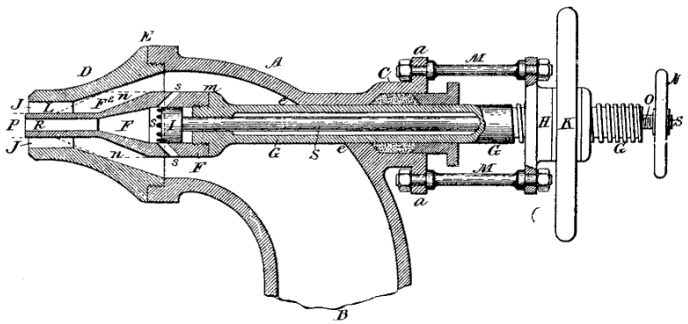


Fig. 170. — Ajutage de *Scharff*.

B, admission de l'eau de la chute dans l'orifice annulaire LJ, réglé par F_2G au moyen de la poulie écrou K, filetée sur G. *s s*, trous admettant une partie de l'eau de B, réglée par NOSI, au jet central FR. D, tuyau fileté en E sur A. *e*, garniture. *m*, filetage de F sur G. *a* M, attache de H à B, le tout disposé de manière à rendre les diverses parties de l'appareil facilement accessibles.

520 mètres sous terre, dans une salle de $7^{m},50 \times 15$ mètres, font chacune 125 chevaux, à 900 tours par minute, et sous une charge de 510 mètres, avec un ajutage de 16 millimètres de diamètre, d'où l'eau s'échappe, à la vitesse d'environ 90 mètres par seconde, en un jet qui oppose au marteau la rigidité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une tige d'acier. Ces roues sont en bronze phosphoreux (poids 100 kilos). Une autre roue, également au Comstock, de 915 millimètres de diamètre

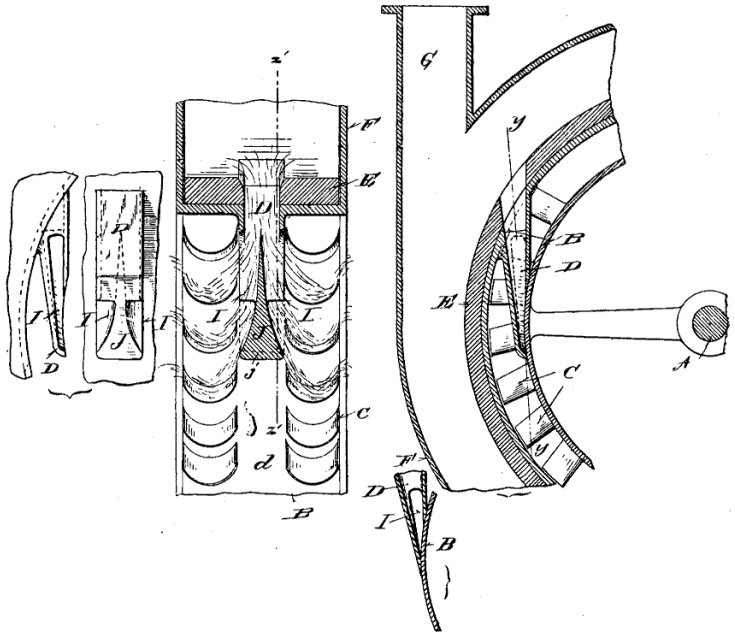


Fig. 171 à 175. — Roue *Bookwalter*. Coupes *yg* et *zz*. Détail de l'ajutage DI.

G, arrivée de l'eau. E, vannage. D, ajutage tangent au corps B de la roue, recevant l'eau de GE, et la distribuant par ses orifices latéraux et le déflecteur J, aux palettes symétriques C.

fait 101 chevaux à 1 150 tours, avec un ajutage de 13 millimètres, sous l'énorme charge de 630 mètres.

Sans aller plus loin dans l'énumération de ces applications (1) je citerai encore, en raison de son importance, l'installation de la Roaring Fork Elec-

(1) Autres applications, Mines de l'Aspen Mining and Smelting C°, de Gover, à Amador; de la Sheridan and Bemont C° (à 3 900 mètres d'altitude), de la Cœur d'Alène Silver Mining C°; de San Antonio; de Dalmatia, toutes dans la région californienne; de Forbe's Reef et de Barberton, au Cap (*El. World*, 17 juin 93, p. 449). A la Common wealth. Mining C°, Idaho (Colorado) une roue de 2m,45 de diamètre développe 110 chevaux, à 110 tours, sous une charge de 67 mètres, et actionne directement un compresseur d'air, auquel elle tient lieu de volant; l'eau lui est fournie par un tuyau de 1 600 mètres de long. On peut encore citer, comme curiosité, le moulin de Northey et Duneau, à Woonsocket (South. Dakota) avec une roue de 1m,20, alimentée par l'eau d'un puits artésien de 180 millimètres de diamètre et de 230 mètres de profondeur; l'ajutage est de 45 millimètres et la pression indiquée de 6 atm. 1/2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trical Power Cº à Aspen (Colorado) qui comprend 15 roues Pelton, dont 8 de 600 millimètres, faisant chacune 175 chevaux à 1 000 tours, sous une chute de 246 mètres : poids 40 kilos, ou $0^k,23$ par cheval (1).

La régularisation des roues Pelton s'opère soit en inclinant leur ajutage (fig. 161), soit en le changeant suivant l'intensité du travail, soit enfin en étranglant cet orifice, par exemple, comme le fait *M. Hett* (fig. 169) au moyen d'une pointe manœuvrée à la main ou par le régulateur. *M. Scharff* a proposé, pour cet ajutage, la forme représentée en fig. 170. L'ajutage est à deux jets : l'un annulaire JJ, réglé par la manette K, et l'autre central et plein P,

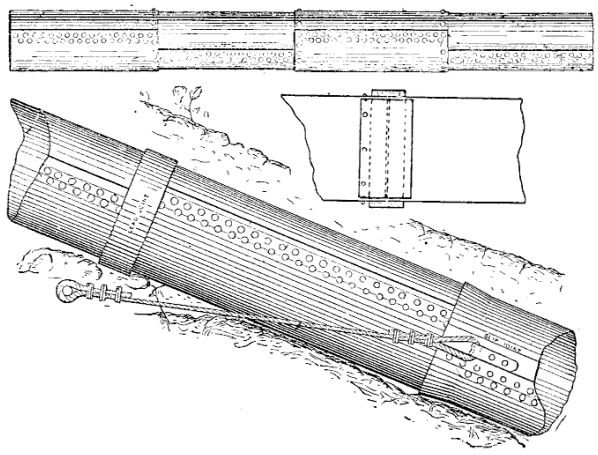


Fig. 176 à 178. — Types de tuyauteries en tôle montrant l'emploi de joints en plomb et des emmanchements coniques sur les pentes.

réglé indépendamment du premier par N. Ce jet central, arrivant à l'intérieur du jet annulaire avec une vitesse un peu moindre, aurait, d'après M. Scharff, pour effet de constituer un jet résultant absolument massif, réglable dans une très grande étendue, sans danger de se creuser comme avec le réglage par une simple aiguille. N une fois réglée, c'est, en général, K seul qui fonctionne, à la main ou par un régulateur quelconque.

Nous citerons encore, comme intermédiaire entre les roues genre Pelton proprement dites et les turbines à impulsion, la roue pour hautes chutes de *M. Bookwalter* représentée par les figures 171 à 175, dans laquelle l'eau arrive par les ouvertures latérales I des ajutages D, tangents aux tambours B, et les

(1) *Revue générale des Sciences*, août 1894, p. 361.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

déflecteurs J, aux deux couronnes d'augets symétriques I, ouverts à l'air libre. Le débit est réglé par un vannage E (1).

Les roues Pelton sont, comme nous l'avons vu, alimentées par des tuyaux souvent très longs, et travaillant parfois sous des charges énormes, dépassant 600 mètres. Ces tuyaux très remarquables sont en tôles de fer ou d'acier rivées les plus minces possible — jusqu'à 1 millimètre et demi, — travaillant à des tensions allant jusqu'à 10 et même 12 kilos par millimètre carré. Ces tuyaux sont excessivement légers : un tuyau de 250 millimètres de diamètre, pouvant supporter une charge de 270 mètres, pèse 29 kilos par mètre et coûte 25 francs par mètre : un tuyau de 150 $^{m}/_{m}$, pour charge de 250 mètres, pèse $11^{kil},20$, et coûte 9 fr. 20. On évalue à près d'un million de kilomètres (6 à 700 000 miles) la longueur des tuyaux de distribution d'eau, presque tous en fer, employés actuellement sur la côte du Pacifique. Moyennant la précaution de les tremper dans un mélange bouillant de bitume et de goudron, ces tuyaux résistent parfaitement à la corrosion, aussi bien sinon mieux que la fonte, et les fuites sont en général tout à fait négligeables. Pour les hautes pressions, les joints se font (fig. 177) au plomb. Ces tuyaux se font en longueurs de $8^{m},20$ pour le transport par chemin de fer, et de 6 mètres pour le transport par chariots : pour le transport à dos de mulet, on les livre en tôles cintrées de $0^{m},60$ à $0^{m},75$ de long, avec leurs rivets, prêtes pour l'assemblage. Ces tuyauteries ont rendu dans la région de la côte Ouest les plus grands services pour les irrigations et les transmissions de force hydraulique : on les emploie aussi pour les distributions d'eau des villes, avec des diamètres allant jusqu'à $0^{m},80$ (2).

(1) A citer encore les roues *Leffel* du type *en cascade*, avec augets alternés symétriquement de chaque côté du plan médian de la roue, en deux séries alimentées soit chacune par un ajutage, soit par un seul ajutage à jet fendu (Brevets américains *Bookwalter*, nos 451 239 et 469 959 de 1891, et *Scientific American*, 1er sept. 1894, p. 132), les roues *Scharf* (Brevet anglais, 18 907 de 1893) ainsi que les roues à couronnes d'ajutages de *Pitchford* (Brevet américain, 460 758 de 1891).

(2) Consulter à ce sujet le très intéressant mémoire de M. *Hamilton Smith* « Water Power with Haigh Pressures and Wrought. Iron Pipes » (*Scientific American. Supp.* 13 sept. 1884, p. 7247, et *Journal of the Iron and Steel Inst.*, 1886).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 26 octobre 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, Président.

M. Aimé Girard annonce à la Société la perte cruelle qu'elle vient de faire en la personne de *M. Hache*, l'un de ses membres les plus distingués. Après avoir donné à la manufacture de porcelaine de Vierzon le grand développement que l'on sait, et lui avoir assuré l'un des premiers rangs dans l'industrie céramique française, M. Hache s'était retiré pour se vouer tout entier à l'agriculture. Dans plusieurs domaines du département de Loir-et-Cher, il avait introduit les procédés modernes de la culture intensive, et avait donné surtout au perfectionnement de la race ovine des soins particuliers, couronnés de succès.

Annonce de la mort de M. Edmond-Alexandre Rigout, docteur en médecine, ancien préparateur à l'École nationale supérieure des mines, membre de la Société.

M. Laforesterie, rue de Buffon, 5. — Système de propulseur applicable à la navigation. (Arts mécaniques.)

M. Guyot, de la maison Guyot-Mousseron, boulevard des Filles-du-Calvaire, 20. — *Trappe-récipient* pour la ventilation des cuisines et laboratoires. (Arts économiques.)

M. Henri Martin, à Rouen. — Générateur à vapeur, sur lequel M. Brull a déjà fait un rapport. *Bulletin* d'août, 1893, p. 553. — Résultats des essais faits par M. Gallois, ingénieur. (Arts mécaniques.)

M. Lucien Bernard, rue d'Argout, 53. — Sommiers élastiques. (Arts économiques.)

M. Honoré, quai des Célestins, 2. — Solution du problème de la navigation aérienne. (Arts mécaniques.)

M. Angelo Nestore Guglielminetti, à Naples, propose un congrès international dans lequel seront discutées toutes les conditions d'un moteur applicable à la navigation aérienne. (Arts mécaniques.)

M. Albert Das. — Nouveau modèle de chemise. (Arts économiques.)

M. Corthell, ancien président des congrès du génie civil, à New-York. — Proposition de la création d'un Institut international d'ingénieurs et d'architectes. (Arts mécaniques.)

M. Dantzer, professeur à l'École supérieure de commerce de Lille. — Pressoir centrifuge continu. (Agriculture.)

M. Gellit, avenue de Paris, 430, à Saint-Denis. — Filet ascenseur mobile pour secours dans les incendies. (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Héreng, rue Chaligny, 17. — Multiplicateur variable pour vélocipèdes. (Arts mécaniques.)

M. Jean Valino, rue du Croissant, 6. — Moteur auto-hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. Debrie, passage Rochebrune, 8. — Nouvelle serrure. (Arts mécaniques.)

M. Kugler, rue de Paris, 89, aux Lilas (Seine). — Appareil pour l'emplissage automatique des bouteilles. (Arts mécaniques.)

M. Roullot, avenue Thiers, 2, au Raincy (Seine). — Fil d'acier applicable au vélocipède. (Arts mécaniques.)

M. Brassier, rue de la Roquette, 115. — Mouvement perpétuel. (Arts mécaniques.)

M. Sabatou, rue Vieille-du-Temple, 103. — Arrêt instantané des trains de chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. Henriot, chemin des Péricheux, 14, à Vaugirard. — Machine à peler les pommes de terre. (Arts mécaniques.)

M. de Faramond de Lafajole, cité Vaneau, 14. — Moteurs à pétrole Priestman. (Arts mécaniques.)

M. Gottelmann, 57, rue Franklin, à Lyon. — Balance trieuse automatique. (Arts mécaniques.)

M. Ch. Montreuil, de Honfleur. — Distribution par tiroirs rotatifs et détente variable. (Arts mécaniques.)

M. Dominique Barbé, rue Duvivier, 19. — Bougie électrique à courant continu. (Arts économiques.)

M. Haunay. — Mémoire sur la métallurgie du plomb. (Arts chimiques.)

M. Ramont, ingénieur, place Saint-Charles, 57, à Grenelle. — Nouveaux appareils à distiller. (Arts chimiques.)

M. Achille Brachet, rue Odessa, 18. — Note sur les canalicules indestructibles du diamant cristallisé. (Arts chimiques.)

M. Mairesse, ingénieur, square du Roule, 1 (faubourg Saint-Honoré). — Nouveau procédé de fabrication de l'alumine. (Arts chimiques.)

M. Favre, rue de Paris, 175, Charenton. — Appareil nommé le chromatoscope. (Arts économiques.)

Le Président de la Société nationale d'horticulture de France annonce qu'une exposition internationale des produits de l'horticulture et des industries qui s'y rattachent directement aura lieu du 22 au 28 mai 1895.

M. Savre, professeur départemental d'agriculture du Cantal, adresse pour le concours une brochure sur l'Agriculture du Cantal. (Agriculture.)

M. Pierre Dronier. — La navigation aérienne. (Arts mécaniques.)

M. A.-J. Morice, viticulteur à Crouzilles, par l'Ile-Bouchard (Indre-et-Loire). — Petit traité des façons culturales et des engrais de la vigne. (Agriculture.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Natalis Rondot, membre du Conseil, fait hommage à la Société de l'ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de : *l'Industrie de la soie en France*. (Remerciements et dépôt à la bibliothèque.)

M. Simon et ses fils, à Cherbourg. — Guide pratique de la production et de la fabrication des cidres et des poirés. (Agriculture.)

M. Petitpont, membre de la Société, fait hommage de son rapport sur l'industrie des cuirs à l'Exposition de Chicago. (Remerciements et dépôt à la bibliothèque.)

M. Aureggio, vétérinaire principal, à Saumur, adresse un exemplaire de son ouvrage intitulé : *les Chevaux du Nord de l'Afrique*. (Agriculture.)

La Société internationale des Électriciens annonce, dans son Laboratoire central d'électricité, 12 et 14, rue de Staël, l'organisation d'une École d'application. L'ouverture des cours pour l'exercice 1894-1895 aura lieu le lundi 3 décembre 1894.

Nomination de membres de la Société. — *M. Olivier*, directeur de la *Revue générale des sciences pures et appliquées*, présenté par *MM. Mascart et Le Chatelier*.

M. Duclaux, membre de l'Institut, présenté par *MM. Tisserand et Carnot*.

Ouvrages reçus. — Les ouvrages suivants, offerts à la Société, sont signalés dans la correspondance imprimée :

Ministère du Commerce. — Office du Travail. Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1893.

Exposition internationale de Chicago en 1894. — Rapports publiés sous la direction de M. Camille Krantz, commissaire du Gouvernement français. Comité 28. *Industrie des cuirs*. Rapport de M. Petitpont.

Office du Travail. Résultats statistiques du dénombrement de 1891.

Rapport sur l'application de la loi du 2 novembre 1892 *pendant l'année* 1893.

Exposition internationale de Chicago. Comité 19. *Produits chimiques et pharmaceutiques, matériel de la peinture, parfumerie, savonnerie.*

Geological Survey-Monographs, Washington, 4 volumes et 1 atlas, offerts à la Société par Ed. Simon, membre du Conseil, au nom de Mme Terquem.

Ministère de l'Intérieur. — Service vicinal. — Programme de l'année 1892.

Ministère des Travaux publics. — Statistique des chemins de fer français au 31 *décembre* 1892.

Album de statistique graphique de 1893.

Direction générale des douanes. — Tableau général des mouvements de cabotage pendant l'année 1893.

École nationale des ponts et chaussées. — Collection des dessins distribués aux élèves, tome III, fascicule 8.

Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur. — Compte rendu des séances du 17e Congrès, tenu à Paris en 1893.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport sur l'Exposition de Chicago, par Pierre Arbel, délégué de la Chambre de commerce de Saint-Étienne, 1893.

The Eight Hours in British Engineering Industries, par J. Stephen James, offert par M. Chapman, correspondant de la Société.

The Testing of hydraulic Cements, par W. Harry Stanger et Bertram Blount.

Going to the Isles of Dogs, par Lesser Columbus.

Annali di statistica Provincia di Como.

Eight annual Report of the Commissioner of Labor 1802. — *Industrial Education.* Washington.

Électro-métropolitain parisien. — Avant-projet d'exécution et d'exploitation, par C.-A. Faure et D.-A. Casalonga, ingénieurs civils.

Essai des laits par la présure, par M. Lezé, professeur, et M. A.-E. Hilsont, répétiteur à l'École d'agriculture de Grignon.

La machine à vapeur moderne, par M. P.-G. Greil, ancien élève de l'École polytechnique.

Le vin et les fruits, par Pierre Andrieu, chimiste-agronome.

Couleurs et vernis, par M. G. Halphen. — (Encyclopédie de chimie industrielle.)

Encyclopédie Léauté. — Théorie des machines thermiques, par A. Witz. — *Fortifications*, par le lieutenant-colonel Hennebert. — *Régularisation des moteurs des machines électriques*, par P. Minel.

COMMUNICATIONS. — *Nécrologie. M. Simon* donne lecture, pour *M. Brüll*, empêché, d'une notice nécrologique sur Paul Lemonnier, membre du Conseil d'administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

M. le Président adresse à M. Brüll les remerciements de la Société pour sa remarquable et touchante notice qui sera insérée dans le *Bulletin* de la Société (voir p. 634).

Chauffage des appartements. — M. Aimé Girard entretient la Société des recherches auxquelles il s'est livré dans le but d'établir comparativement les dépenses occasionnées et les résultats pratiques obtenus pour le chauffage des appartements, par l'emploi, d'un côté, de poêles mobiles utilisant d'une manière continue la combustion lente de l'anthracite, d'un autre, de poêles mobiles également, utilisant, mais par intermittence seulement, la combustion vive du gaz.

M. le Président remercie M. Aimé Girard de son intéressante et importante communication qui sera insérée dans le *Bulletin* de la Société (voir p. 635).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES REÇUS

G. HALPHEN, chimiste au Laboratoire du Ministère du Commerce. — **Couleurs et Vernis**, 1 vol. in-16 avec 29 fig. *(Encyc. de Chimie industr.)*

Les progrès incessants de la chimie aussi bien que les besoins de l'industrie ont fait naître un grand nombre de couleurs, dont quelques-unes du plus grand éclat. Malheureusement, si des progrès considérables ont été accomplis dans la préparation des couleurs au point de vue de leur éclat, on ne peut en dire autant lorsqu'on examine ces produits sous le rapport de leur solidité, c'est-à-dire de leur fixité, de leur résistance aux divers agents physiques et chimiques auxquels ils sont fatalement soumis, quelque soin qu'on apporte à la conservation des objets sur lesquels ils sont appliqués.

Les causes, nous les trouvons aisément dans les exigences commerciales qui obligent le fabricant à jeter sur le marché des produits éclatants, ayant les allures d'une marchandise exceptionnelle, au plus bas prix possible.

C'est pour indiquer les procédés qui doivent être employés pour obtenir des produits irréprochables de tous points que ce livre a été écrit.

Ce livre présente l'ensemble des connaissances générales relatives à la fabrication de ces produits, tant au point de vue technique que dans leurs rapports avec l'art, l'industrie et l'hygiène.

On trouvera réunis dans ce volume tous les renseignements qui peuvent guider l'artiste ou l'artisan dans le choix des substances qu'il veut employer et le fabricant dans les manipulations qu'entraîne leur préparation. Il a été suivi une marche uniforme à propos de chaque couleur : la synonymie, la composition chimique, la fabrication, les propriétés et les usages.

L'auteur a pu recueillir auprès des industriels un grand nombre de renseignements pratiques sur les procédés les plus employés dans la fabrication des couleurs et des vernis.

CASPARI (E.), ingénieur hydrographe de la marine. — **Les chronomètres de marine**, petit in-8. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)*

Cet ouvrage a particulièrement en vue le chronomètre à échappement libre et son emploi à bord des navires; mais les principes qui y sont développés s'appliquent, d'une façon générale, à toutes les montres de précision servant au transport du temps, aussi bien en terre qu'en mer.

Après une description du chronomètre, l'auteur donne l'exposé élémentaire de sa théorie mécanique. Isochronisme, compensation des températures, réglage dans les positions inclinées sont traités, en se guidant sur les recherches de Philips, Yvon Villarceau, M. Resal, etc., et sur les expériences des horlogers. Il passe ensuite en revue les causes de perturbation : résistances passives, électricité et magnétisme, humidité, chocs, mouvements du support. Il parvient à caractériser les causes et à les reconnaître par les inégalités de marche auxquelles elles donnent lieu. Enfin, il expose,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'après Lieussou, Yvon Villarceau et divers officiers de marine, les expressions algébriques par lesquelles on peut représenter les marches d'un chronomètre.

L'observateur ayant, par ce qui précède, la connaissance complète de l'instrument et de ses propriétés, il est permis d'aborder l'application pratique de ces notions à l'emploi des chronomètres en cours de voyage. Les chapitres suivants traitent de l'installation et du maniement des montres, des méthodes employées pour trouver leurs marches par l'observation, puis sont résumés les procédés très variés pour construire, à l'aide des données de l'observation, la formule générale des marches, et en déterminer dans chaque cas les coefficients numériques. Tous les problèmes relatifs à la détermination des longitudes chronométriques, soit à la mer, soit dans les relâches, sont successivement abordés ainsi que la discussion de la précision des résultats. Enfin au dernier chapitre : *des Épreuves et Concours*, M. Caspari discute les méthodes employées par les principales nations maritimes pour apprécier la valeur des chronomètres proposés pour l'acquisition et en établir le classement.

MINEL (P.), ingénieur des Constructions navales. — **Régularisation des moteurs des machines électriques**, petit in-8. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)*

La condition essentielle de tout bon éclairage est la constance des foyers lumineux ; cela oblige, dans le cas de l'éclairage électrique par incandescence, à entretenir aux bornes des lampes une différence de potentiel constante, quelle que soit la charge de la machine qui les alimente. La solution la plus pratique pour atteindre ce résultat consiste à employer, d'une part, des dynamos donnant aux bornes des lampes une différence de potentiel sensiblement constante tant que leur vitesse ne change pas, et, d'autre part, des moteurs capables d'assurer à ces dynamos une allure régulière à peu près indépendante de la charge qu'elles supportent.

On est actuellement arrivé à construire d'une manière courante des dynamos remplissant d'une façon très suffisante les conditions indiquées, mais il n'en est pas de même pour les moteurs qui les conduisent. Un grand nombre de dynamos, employées dans l'industrie, sont conduites directement par leurs moteurs et ces moteurs sont munis de régulateurs à force centrifuge, agissant sur la pression à la boîte à tiroir : la régularisation de ces moteurs est restée le point délicat de la question.

C'est ce problème que l'auteur a abordé dans cet ouvrage ; il est arrivé à en donner une solution pratique et sûre qui permet d'obtenir, dans chaque cas, par des essais méthodiques, la plus grande régularité de marche qui soit réalisable pratiquement dans les conditions adoptées pour le moteur.

Il a mis en évidence à l'aide de simples tracés graphiques les différents éléments qui interviennent dans la question. Il a montré comment l'étude du régulateur ne pouvait être séparée de celle du moteur et comment la comparaison des courbes, qui représentent l'effet des forces centrifuges et des actions antagonistes, donne le moyen de juger de la stabilité du régulateur, point capital et trop souvent négligé ; il a fait ressortir enfin l'influence décisive de la forme de la valve sur la marche de la machine dans ses différents états de régime.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DWELSHAUVERS-DERY, ingénieur, professeur à l'Université de Liège. — **Étude expérimentale dynamique de la machine à vapeur**, petit in-8. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)*

Cet ouvrage a pour but d'exposer les méthodes dont on dispose pour déterminer expérimentalement dans une machine à vapeur les variations de vitesse de l'arbre, soit dans un tour pendant le régime normal, soit d'une manière continue pendant les périodes de marche troublée où intervient le régulateur. Dans la première partie, l'auteur montre, par un exemple, comment on peut calculer les variations de vitesse qui se produisent pendant un tour en régime normal, lorsqu'on n'a pour données expérimentales que les masses mobiles de la machine et leur disposition, ainsi que des diagrammes d'indicateur de pression. Il fait à cet effet une application du principe des forces vives en ayant soin de montrer les côtés faibles de ce principe dans les problèmes de la pratique réelle, et la nécessité de recourir à certaines hypothèses pour les résoudre. L'étude de l'action du régulateur dans la marche troublée met en relief ce fait qu'aucun régulateur centrifuge connu ne pourrait, dans certains cas extrêmes, empêcher la vitesse de sortir des limites que l'on s'est vainement imposées sous les dénominations de coefficients de régularité ou de sensibilité.

La seconde partie est consacrée aux deux appareils de MM. Duveau et Ransom destinés à donner automatiquement des diagrammes des variations de la vitesse. Ces instruments, quoique loin encore de l'état de perfection, ont servi tout au moins à confirmer ou à corriger les déductions exposées dans la première partie.

ANDRIEU (Pierre), chimiste agronome. — **Le vin et les vins de fruits.** *Analyse du moût et du vin. Vinification. Sucrage. Maladies du vin. Étude sur les levures de vin cultivées. Distillation*, in-8 avec 78 figures; 1894.

La vinification a pour but de faire subir à la vendange une série de traitements qui permettent d'obtenir d'abord une bonne fermentation, de combattre ensuite les différentes causes d'altération et de favoriser l'amélioration du précieux liquide. L'auteur expose avec une extrême précision et clarté les meilleurs procédés à employer; il insiste en particulier sur les méthodes d'addition du sucre à la vendange et d'addition de levures de vin cultivées.

Les cultivateurs doivent comprendre la nécessité d'appliquer les meilleurs procédés, car s'ils ne maintiennent pas la supériorité de leurs produits, ils ne pourront lutter sur les marchés d'exportation et même à l'intérieur contre la concurrence des vins d'Espagne, d'Italie, d'Algérie, et c'est dans le but de les mettre au courant de tous les perfectionnements de la vinification que cet ouvrage leur est présenté.

Une section du livre est consacrée à la vinification des fruits, qui rend de si grands services, particulièrement dans les régions où la vigne ne peut se cultiver.

Enfin l'auteur expose dans la dernière partie de l'ouvrage, avec tous les détails les plus pratiques, les conditions de la distillation du vin, des marcs et des vins de fruits dans le but d'en obtenir des eaux-de-vie de bonne qualité.

Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. NOVEMBRE 1894

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 un* NOUVEAU SYSTÈME D'APPAREIL DESTINÉ A PRÉVENIR, ÉVITER OU ATTÉNUER TOUT AU MOINS LES ACCIDENTS DANS LES USINES A FORCE MOTRICE, *dit :* ARRÊT PROTECTEUR OU APPAREIL DE SAUVEGARDE OUVRIÈRE *breveté s. g. d. g., par* M. CHARLES CAMBON, *manufacturier, à Sumène (Gard).*

MESSIEURS,

L'usage des moteurs mécaniques nécessite l'emploi de moyens de communication rapides entre le personnel chargé de la surveillance de ces moteurs et les ouvriers occupés dans les divers ateliers qui en reçoivent la force. Dès le début, les industriels ont eu recours à de doubles lignes de sonnettes, souvent remplacées aujourd'hui par des sonneries électriques et permettant, l'une, au chef mécanicien de prévenir partout à la fois de la mise en route, l'autre, à un employé quelconque de réclamer, de différents points de l'usine ou du chantier, l'arrêt de la machine motrice. Si le premier moyen constitue un mode d'avertissement suffisant, il n'en est pas de même du second ; le mécanicien ne se trouve pas toujours à portée du moteur pour l'arrêter au premier appel, et l'arrêt même ne s'effectue pas instantanément.

Dans les cas les plus favorables, alors que l'existence d'êtres humains n'est pas en jeu, il peut encore résulter, de ces délais, de graves avaries. Un inspecteur du travail de la Basse-Autriche, le Dr Beran, relatait récemment, dans le Bulletin (n° LIV) du « Musée professionnel et d'hygiène de Vienne », les circonstances d'un accident de ce genre, qui, d'ailleurs, n'est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas un fait isolé. Par suite du déclavetage, en cours de marche, du manchon de jonction, l'extrémité d'un arbre de transmission devenue libre avait formé fronde et brisé toutes les machines placées en dessous ; les ouvriers avaient échappé au terrible moulinet en se réfugiant dans les em-

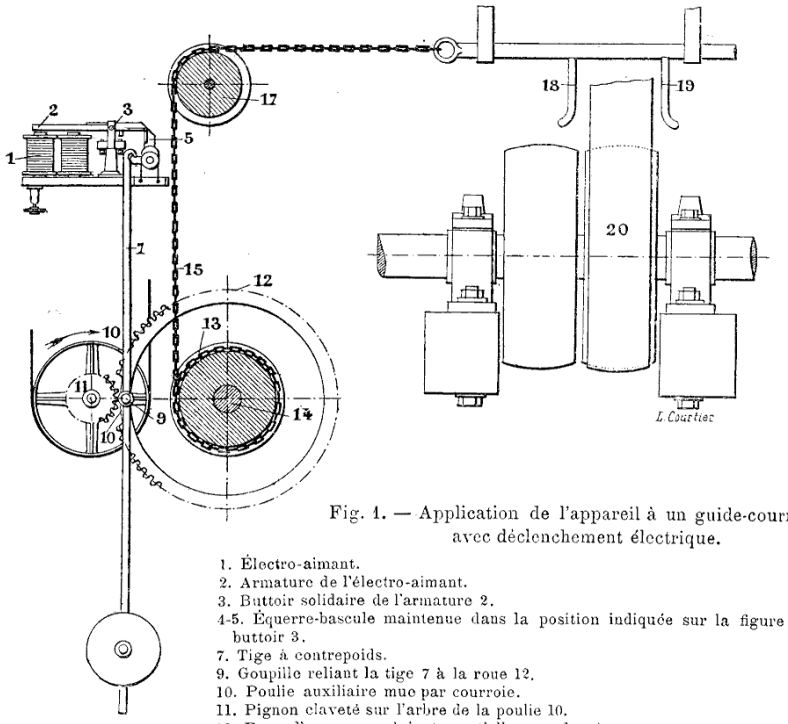


Fig. 1. — Application de l'appareil à un guide-courroie, avec déclenchement électrique.

1. Électro-aimant.
2. Armature de l'électro-aimant.
3. Buttoir solidaire de l'armature 2.
4-5. Équerre-bascule maintenue dans la position indiquée sur la figure par le buttoir 3.
7. Tige à contrepoids.
9. Goupille reliant la tige 7 à la roue 12.
10. Poulie auxiliaire mue par courroie.
11. Pignon claveté sur l'arbre de la poulie 10.
12. Roue d'engrenage à jante partiellement dentée.
13. Poulie à gorges fixée sur l'axe de la roue 12.
15. Chaine métallique enroulée autour de la poulie 13, guidée par la poulie de renvoi 17 et fixée, de l'autre bout, au guide-courroie 18-19.
20. Courroie de commande placée sur la poulie fixe de la transmission.

brasures des fenêtres, mais l'arrêt du moteur avait eu lieu trop tard pour éviter le dommage matériel.

L'importance de la question n'a point échappé à l' « Association des industriels de France contre les accidents du travail » ; le Bulletin de l'année 1889 de cette Association (n° 2) contient, pages 82 et suivantes, une note où sont indiqués plusieurs moyens pour agir directement et de loin sur les moteurs, afin d'en assurer l'arrêt aussi prompt que possible.

M. Charles Cambon, membre de notre Société, a repris l'étude de ce difficile problème. L'appareil qu'il vous présente est déjà appliqué dans plu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs établissements, chez l'inventeur notamment et chez un autre de nos sociétaires, M. Piat, qui le construit.

Cet appareil a pour but : 1° de produire, de divers points d'une usine, l'arrêt des moteurs, par la fermeture automatique des distributions d'eau,

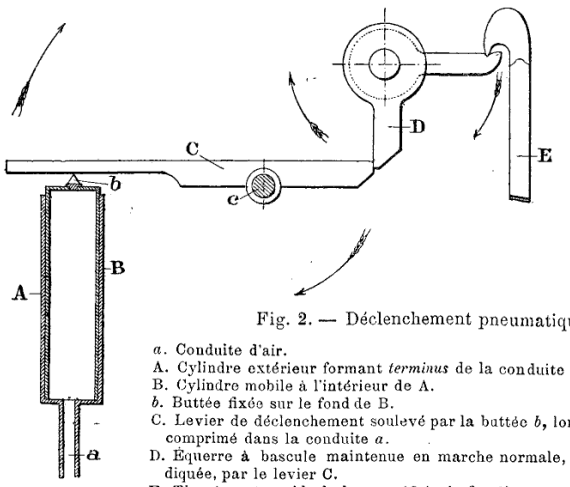


Fig. 2. — Déclenchement pneumatique.

a. Conduite d'air.
A. Cylindre extérieur formant *terminus* de la conduite *a*.
B. Cylindre mobile à l'intérieur de A.
b. Buttée fixée sur le fond de B.
C. Levier de déclenchement soulevé par la buttée *b*, lorsque l'air se trouve comprimé dans la conduite *a*.
D. Équerre à bascule maintenue en marche normale, dans la position indiquée, par le levier C.
E. Tige à contrepoids de la roue 12 (voir fig. 1).

de vapeur, de gaz, d'air comprimé, etc. ; 2° d'immobiliser les organes de la transmission, soit par l'intervention d'un frein sur la jante du volant, soit par le brusque passage de la courroie d'une poulie fixe sur sa contre-poulie folle, soit par la disjonction de manchons d'embrayage.

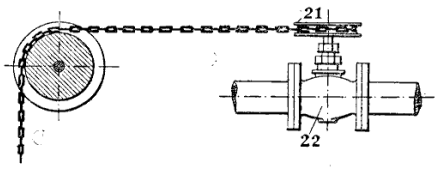


Fig. 3. — Application de l'appareil à une valve.

21. Poulie à gorge montée sur la clef de la valve et commandée par la chaîne 15 (voir fig. 1).

Un même dispositif permet d'obtenir ces différents effets de la façon suivante : le moteur actionne, par courroie, un arbre auxiliaire portant un pignon 11 (fig. 1) ; vis-à-vis dudit pignon se trouve clavetée, sur un axe parallèle, une roue d'engrenage partiellement dentée 12. A travers la jante de la même roue est goupillée en 9 une tige verticale à contrepoids 7, qui, accrochée du haut à une équerre mobile 4-5, maintient en regard du pignon 11 le secteur non denté de 12, aussi longtemps que la marche est normale. En cas d'accident, il suffit d'appuyer sur l'une des touches électriques, ou de presser l'une des poires pneumatiques à portée du personnel pour que, sous l'action d'un électro-aimant 1, d'un soufflet ou d'un cylindre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pneumatique B (fig. 2), l'équerre bascule et dégage la tringle à contrepoids. Cette dernière, en tombant, fait tourner la roue 12, dont elle est solidaire, et dont elle met ainsi en prise la partie dentée avec le pignon 11. Toujours actionné par le moteur, ce pignon continue l'entraînement dans le même sens et, par suite, l'enroulement d'une chaîne métallique 15 fixée, d'un bout, au moyeu 13 de la roue 12, de l'autre, à la clef 21 (fig. 3) du robinet ou de la valve de distribution, au guide-courroie 18 (fig. 1) des poulies

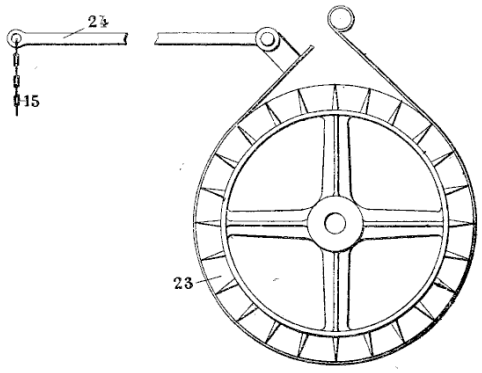


Fig. 4. — Application à un frein.

24. Tringle de tirage mue par la chaîne 15 et reliée au ressort du frein 23.

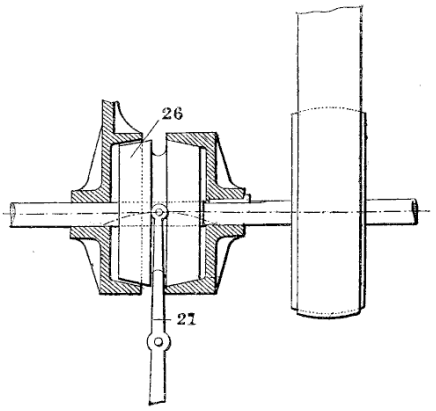


Fig. 5. — Application à un manchon d'embrayage.

26. Manchon d'embrayage.
27. Tringle de débrayage mue par la chaîne 15 (voir fig. 1).

fixe et folle, à la tringle 27 (fig. 5) du manchon à désembrayer ou d'un frein 25 (fig. 4), etc.

L'ingénieux appareil breveté par M. Cambon est en expérimentation depuis quelque temps déjà, et paraît satisfaire aux nécessités de la pratique. Il va de soi que les diverses parties en doivent être soigneusement entretenues et réglées pour que le développement de la chaîne corresponde toujours exactement aux effets à produire, qu'il n'y ait ni glissement de la courroie motrice, ni coincement des pièces mobiles.

Sous réserve de ces observations, votre Comité des Arts mécaniques vous propose, Messieurs, de remercier M. Charles Cambon de son intéressante communication et de voter l'insertion au *Bulletin*, du présent rapport avec les dessins de l'appareil.

Signé : Édouard Simon, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 9 *novembre* 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

LA MÉCANIQUE GÉNÉRALE AMÉRICAINE A L'EXPOSITION DE CHICAGO

PAR M. G. RICHARD, MEMBRE DU CONSEIL (*Suite*) (1).

LES POMPES A VAPEUR

Les pompes à vapeur peuvent, comme on le sait, se diviser en deux grandes classes : suivant que les pistons de leurs cylindres à vapeur attaquent ceux des pompes directement ou par l'intermédiaire d'un mécanisme quelconque, avec interposition d'un volant pour le passage des points morts. Ce mécanisme peut d'ailleurs se réduire à un arbre avec volants, relié par bielle et manivelle au croisillon qui réunit la tige du piston moteur à celle de la pompe. Nous insisterons particulièrement sur les *pompes à action directe*, qui ont pris, aux États-Unis, un développement tout à fait remarquable, et qui, d'ailleurs, figuraient à peu près seules à l'Exposition de Chicago (2).

Pompes à volant. — Parmi les premières pompes à volant à grand débit et à rendements élevés, il faut citer celles établies par *Morris*, puis par *Leavitt*, notamment la machine de Lynn (1873) qui donna, aux essais, un rendement de 310 000 kilogrammètres par kilo de houille en eau montée. Cette machine, étudiée par *Leavitt*, était une compound à balancier, avec les cylindres à vapeur d'un côté du balancier et ceux des pompes de l'autre côté.

M. Leavitt ne tarda pas à reconnaître l'avantage de placer le balancier au-dessous des cylindres à vapeur : entre eux et les pompes, avec son axe au même niveau que celui du volant. C'est sur ce modèle que furent construites les pompes type *Ontario* des mines de Calumet and Hecla (3) de

(1) Voir le Bulletin d'octobre, 1894.

(2) Consulter J. F. *Holloway* « Pumping Engines Ancient and Modern ». *Leavitt* « Pumping Machinery » (*Scientific American*, supp. 29 juin 1889, p. 14245 et 31 juillet 1886, p. 8810). *F. w. Dean* « Recent. Practice in Pumping Engineers » (The Engineer, 8 sept. 1893, p. 239).

(3) *American Machinist*, 25 juin, 2 juillet 1881, 21 mars 1885.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Boston (1), de Louisville, etc. Toutes ces machines sont compound, avec enveloppes, réservoirs et réchauffeurs intermédiaires. L'une de celles de Boston est à triple expansion, avec cylindres de 350, 630 et 990 millimètres de diamètre sur $1^{m},83$ de course : vitesse 50 tours par minute, correspondant à une vitesse de piston de un mètre par seconde; débit, 270 000 mètres cubes en 24 heures; pression de la vapeur à l'admission 13 kilogrammes; détente 30; dépense garantie $5^{kil},4$ de vapeur par cheval-heure indiquée.

Je rappellerai encore les remarquables machines installées par *Corliss* en 1878 et 1890 à Pawtucket (2), puis en 1881 à Providence : compound jumelles à balancier, dont le rendement s'est élevé à 390 000 kilogrammètres par kilogramme de charbon.

Viennent ensuite les célèbres machines de *Caskill*, construites par la *Holly Manufacturing C°*, de Lockport, d'abord horizontales : type des eaux d'Auburn (3), puis verticales à balancier inférieur (4), aujourd'hui très répandues aux États-Unis.

Ces machines font un excellent service, et sont très économiques, mais aucune d'elles n'avait encore notablement dépassé en pratique un rendement supérieur à celui de la célèbre machine de Cornouailles, établie en 1840 à Fowey Consols, qui donnait un travail de 360 000 kilogrammètres en eau montée par kilogramme de charbon; cet honneur était réservé aux deux machines à *triple expansion* dont nous allons dire quelques mots avant de passer aux pompes à action directe.

Parmi les pompes verticales à triple expansion et à volant, il faut, en effet, citer, comme des plus remarquables sous tous les rapports, celles qui ont été établies à Chicago et à Millwaukee par la maison *Allis*, sur les plans de MM. I. et E. Reynolds. L'une de ces machines, celle de Millwaukee, a été l'objet, de la part de MM. Leavitt et Thurston, d'essais remarquables, dont nous allons faire connaître les principaux résultats (5).

(1) *Engineering News*, 8 mai 1880 et 22 déc. 1892.

(2) *Engineering News*, 18 et 24 janvier 1890.

(3) *Van Nostrand's Engineering Magazine*, octobre 1883, p. 297. *Engineering*, 15 février 1884, p. 141. *American Machinist*, 14 nov. 1885.

(4) *American Machinist*, 15 mai 1886. *Engineering Journal*, janvier février 1887, p. 17 et 56, avril 1889, p. 183.

(5) *American Society of Mechanical Engineers* déc. 1893 (Transact., vol. XV) *Sibley Journal of Engineering*, juin 1893 et *Engineering*, 15 juin 1894, p. 794. Voir aussi la machine des eaux d'Allegheny City (*Engineering* 22 janvier 1886, p. 95), et l'ouvrage de *Thurston* « Test. of Pumping Engipes », publié par Allis, à Millwaukee.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette machine est (fig. 1) à trois cylindres à double effet, accouplés sur un même arbre à deux volants et manivelles à 120°, avec enveloppes totales : corps et fonds, et deux réservoirs intermédiaires. Elle devait, d'après contrat, refouler, par 24 heures, 81 800 m³ d'eau à 48m,20, avec une dépense de 7 kilos de vapeur par cheval effectif.

Les principales dimensions de cette machine sont les suivantes :

	Diamètre.	Puissance indiquée.	Espaces nuisibles.
Petit cylindre . . .	0m,710	175ch,39	1,4 p. 100
Moyen.	1m,22	169ch,62	1,5 —
Grand.	1m,87	228ch,86	0,77 —
Course	1m,52		
Tours par minute .	20		
Vitesse du piston. .	1 mèt. par seconde.		
Volume du premier réservoir intermédiaire			2m3,83
— du second.			5m3,10
Diamètre de la pompe à air (simple effet).			510 millim.
— des 3 pompes à eau —			813 —

Les principaux résultats des essais ont été les suivants :

Vaporisation ramenée à de l'eau prise à 100°, par kilo de charbon sec. 10k,72
— par kilo de combustible. 10k,88
— par mètre carré de chauffe 8k,30
— par mètre carré de grille. 357k
Rendement : Rapport de la chaleur absorbée par la vapeur à celle *dégagée par le combustible*. . 73,45 p. 100

Machine. — Pression à l'admission, 9k,50 absolus;
Pression finale, 0k,371;
Contre-pression au grand cylindre, 0k,11;
Détente totale, 20;
Vide au condenseur, 0k,09;
Eau d'injection à 15°, par kilo d'eau vaporisée, 14k,9;
Frottement de la machine : 9,22 p. 100 de la puissance indiquée.

Dépense par cheval.	Indiqué.	Effectif.
Charbon	0k,560	0k,620
Vapeur.	5,29	5,80

Kilogrammètres par kilo de houille ou *Duty*, 429110.

Analyse thermique.

En tant p. 100 de l'énergie totale de la vapeur :

Pertes thermiques.	81,27
Frottements.	1,73
Travail utile	17

Rendement par rapport au cycle de Carnot. 0,668
— — — de Rankine. 0,740 (1)

(1) Manuel de la machine à vapeur. Édition française, p. 418.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des pertes ci-dessus, il y en a 100-28, ou 72 p. 100 d'inévitables d'après le cycle de Carnot : la différence : (81,27-71,27) = 10 p. 100 provient de l'influence des parois des cylindres et des pertes par conductibilité.

On doit attribuer le rendement très élevé de cette machine principalement à sa bonne exécution mécanique : équilibrage parfait, larges glissières, etc. ; qui a considérablement diminué ses frottements (1), à la bonne marche des distributeurs à chutes de pression très faibles : $0^k,18$ à l'entrée : vapeur très

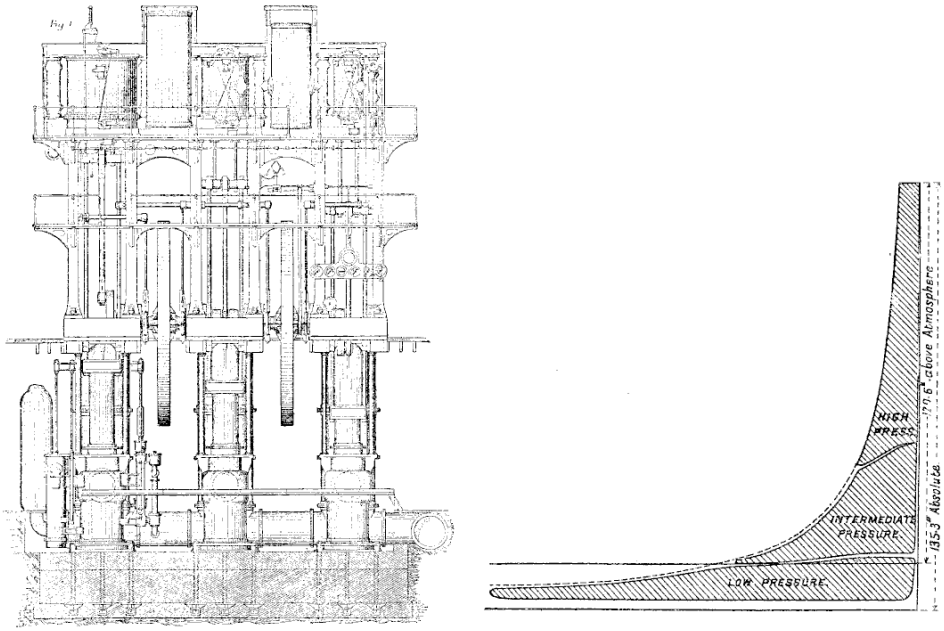


Fig. 1. 2. — Pompe verticale *Allis*, à triple expansion et à volants; service des eaux de Milwaukee, ensemble et diagramme des cylindres de haute, moyenne et basse pression.

sèche (humidité 1,01 p. 100), espaces nuisibles extrêmement réduits ; judicieux emploi d'une grande détente, avec enveloppes aux cylindres et aux réservoirs intermédaires, diminuant de moitié la perte par les parois ; enveloppes à pleine pression au grand cylindre, et réduite à $2^k,5$ au grand cylindre.

On remarquera la prédominance presque exclusive accordée aux États-Unis aux machines verticales, qui tend à s'imposer même pour les pompes

(1) Dans certaines machines verticales directes, ce frottement se serait abaissé, d'après M. *Thurston*, jusqu'à 4,2 p. 100.

(2) Recent Practice in Pumping Machinery (*The Engineer*, 15 sept. 1893, p. 274).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à action directe, comme nous le verrons bientôt par l'exemple des pompes Worthington. L'opinion de M. *W. Dean*, l'un des ingénieurs américains les plus compétents en cette matière, est absolument formelle.

A mon avis, dit-il, un temps viendra bientôt où l'on ne fera plus de pompes horizontales car elles sont sujettes à de grands frais de réparation à cause de l'usure considérable de leurs cylindres et de leurs plongeurs, occasionnée par leurs poids... Elles exigent aussi beaucoup plus d'huile que les machines horizontales, et leur frottement est plus grand. C'est un fait notoire que les machines verticales sont, dans tous les cas, plus durables, plus économiques et plus sûres que les machines horizontales.

C'est l'inverse de ce qui se passe en France, où le type horizontal domine; mais il se pourrait fort bien que les Américains aient, cette fois, absolument raison.

Il en est de même en ce qui concerne l'emploi que l'on fait souvent aux

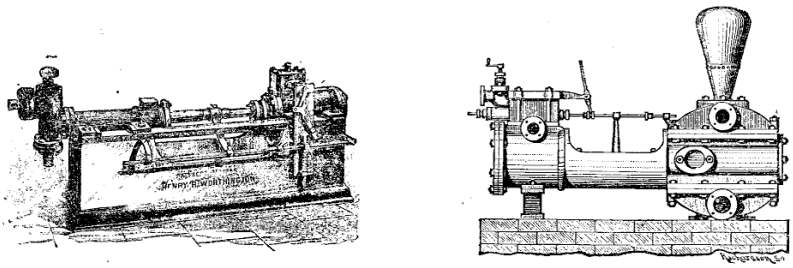


Fig. 3 et 4. — Pompes *Worthington* de 1840 et 1849, à cylindre unique.

États-Unis, pour les services les plus importants, des pompes à action directe, moins encombrantes et moins coûteuses que les machines à volant, et qui, sans en atteindre encore tout à fait le rendement *en marche normale et continue* en approchent de plus en plus, à la suite des perfectionnements nombreux qui leur ont été apportés, notamment par M. Worthington.

Pompes à action directe. — Les pompes Worthington, dont le type primitif date (fig. 3) de 1840, sont trop connues pour qu'il faille autre chose que d'en rappeler, en ce qui concerne leur type normal, la principale caractéristique : le *compensateur* à vapeur ou hydraulique (1). Ce compensateur, qui rend la résistance de la pompe à peu près constamment égale, et sans variation de vitesse, à l'effort de la vapeur, permet, comme on le sait, de marcher régulièrement et en pleine sécurité à grande détente et sans volant, même aux plus faibles vitesses (2).

(1) Voir aussi le compensateur *Groshon* (Brevets américains, 444828 et 499730).

(2) Consulter, sur les pompes Worthington, *Berthot* « Traité de l'élévation des eaux » (1 vol.,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces pompes sont actuellement très répandues, sous les formes et pour les

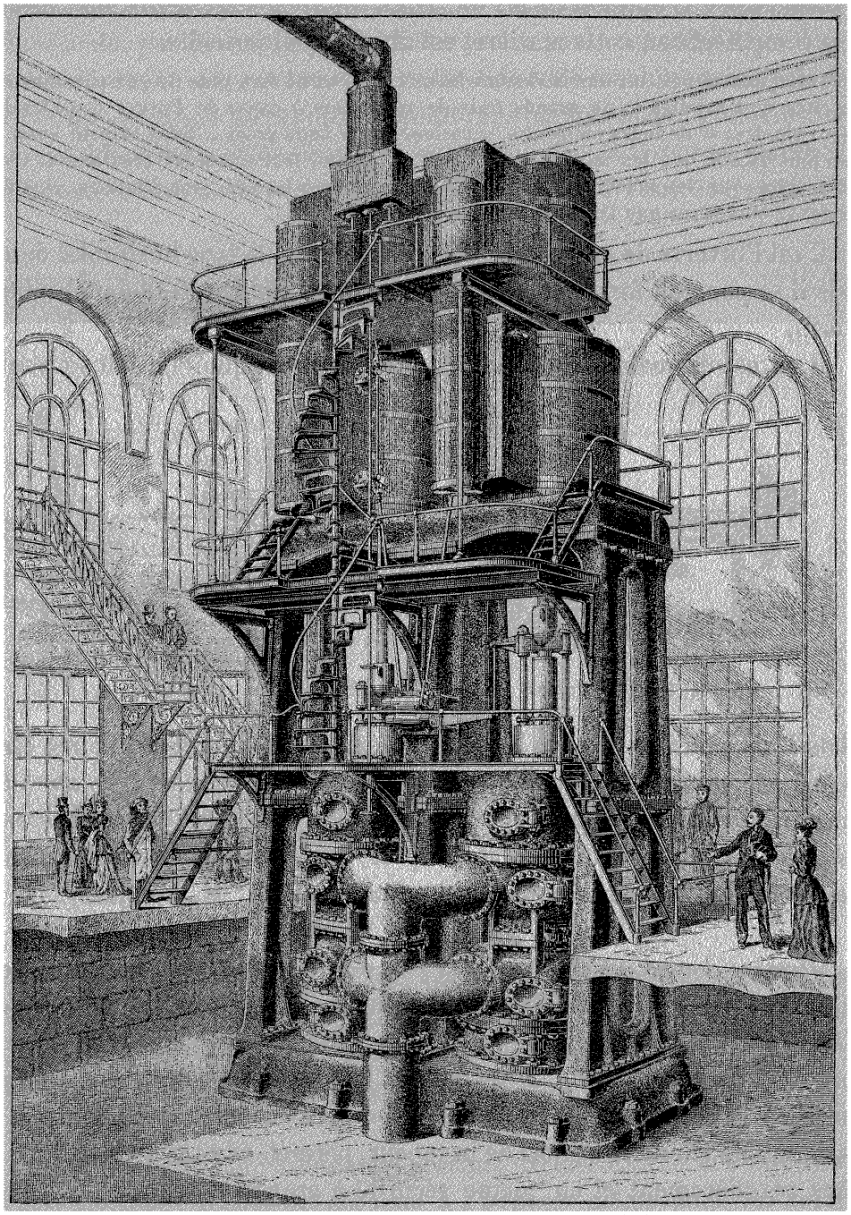


Fig. 5. — Pompe *Worthington* verticale de l'Exposition de Chicago. Compound à cylindres de 1m,58 de course sur 760 millimètres et 1m,53 de diamètre. Débit : 57 000 mètres cubes en 24 h.

emplois les plus divers. On estimait le débit total des pompes Worthington

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

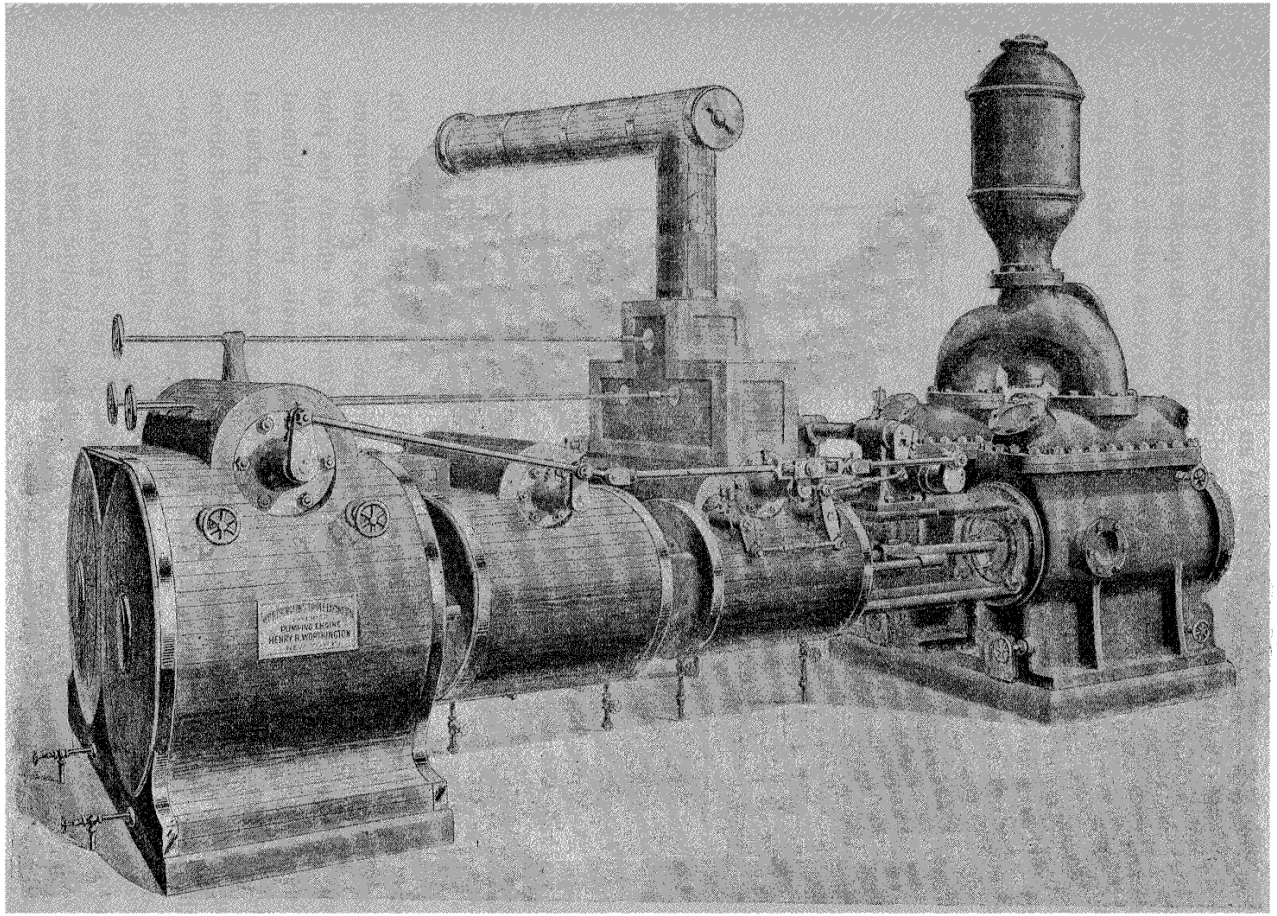


Fig. 6. — Pompe double à triple expansion *Worthington*, avec distributeurs uniques pour les cylindres de détente et à détendeurs pour le cylindre de haute pression. Duty : 40 000 kilogrammètres par kilog. de vapeur en eau montée. Dépense 7k,7 de vapeur à 9 kilog. par cheval-heure effectif en eau montée (essais *Kennedy*) avec une pompe de 350 chevaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en fonctionnement dans le monde entier, au 1er Octobre 1893, à environ 600 000 mètres cubes par heure, équivalant au contenu d'un réservoir de 85 mètres de côté. Parmi les grandes installations françaises, on peut citer celle du service des eaux de Roubaix-Tourcoing, composée de quatre pompes à triple expansion, débitant chacune environ 1 000 mètres cubes à l'heure.

Les pompes Worthington se construisent, comme on le voit, dans les plus grandes puissances : jusqu'à 5 000^{m3} à l'heure. Leur dépense s'abaisse, pour les grandes machines, jusqu'à 0^{k},900 de charbon et 7^{k},300 de vapeur par cheval-heure en eau montée, avec des vitesses de 15 à 20 coups de piston par minute.

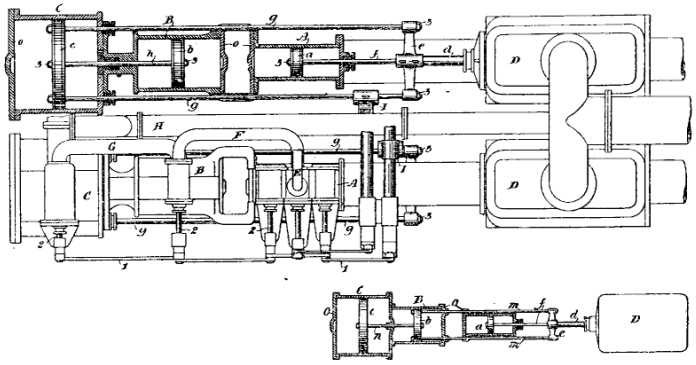


Fig. 7 et 8. — Pompes *Worthington* à triple expansion.

A, B et C, cylindres de haute, moyenne et basse pressions, à pistons *a*, *b*, *c*, dont *a* relié directement, par *f*, à la tige *d* des pompes D, et *b* et *c*, conjugués par leur tige *h*, et reliés par les tiges *g g* au croisillon *e* de *d*. 3, écrous des tiges des pistons. *o*, *o*, *o*, fonds sans stuffing box, qu'il suffit d'enlever pour accéder aux pistons, dont l'enlèvement se fait en dévissant les écrous 3. En fig. 8, les pistons *a* et *b* sont conjugués sur *e* par *f m m*, et *c* est relié à *b* par sa tige *n*. E, admission au cylindre de haute pression A. F, échappement de A en B. G, échappement de B en C. 1, bielles commandant les distributeurs 2.

La vitesse du piston y descend souvent à 0^{m},40 ou 0^{m},50 par seconde. On peut donc les ranger sans hésiter parmi les machines les plus économiques.

Les types des pompes Worthington les plus connus et encore les plus répandus aujourd'hui sont les pompes horizontales; mais, principalement pour les grandes machines, le type vertical tend à se répandre de plus en plus aux États-Unis, comme, ainsi que nous l'avons dit, plus durable et moins encombrant. A l'exposition de Chicago, l'on remarquait deux pompes verticales compound du type représenté par la figure 5, à cylindres de 760 $^{m}/_{m}$

Paris, Baudry, 1894). Le *Portefeuille économique des machines*, août 1892. Le *Bulletin de la Société Industrielle de Rouen*, année 1886. *The Engineer*, 6, 13 et 27 mars 1891, 4 janvier 1889. *Engineering*, 1er oct. 1886, p. 340. *Scientific American Supp.* 6 juillet 1889, p. 11264. Le *Brevet anglais*, 15087 de 1894, et les *Brevets américains*, 292525, 299525 309676, 332857, 341534, 401401, 422680, 445917, 451147, 451148, 455555, 455935, 504644, 501796.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

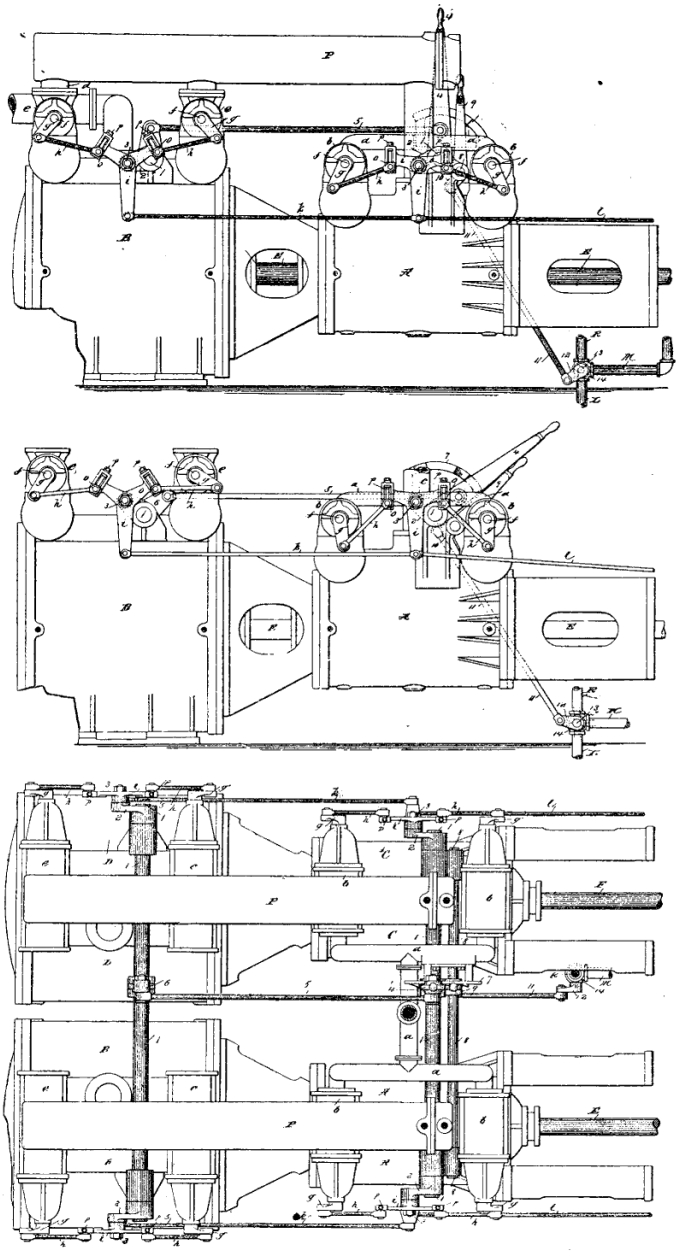


Fig. 9, 10 et 11. — Compensateur facultatif *Worthington*, pour pompes à régime variable. Élévation des mécanismes en marche avec, puis sans compensateur. Plan.

l l k, tringles commandées par les tiges des pistons E E de la pompe double, et menant les distributeurs *b* et *e*, des cylindres de haute pression A et de basse pression B, par les balanciers *i i*, pivotés en 3, à articulations *o*, réglables par les vis *p*, les bielles *h*, les manivelles *g* et leurs axes *f. a, a*, admission de la vapeur au cylindre de haute pression A. *c*, P, échappement de A en B. 13, 14, robinet à trois voies permettant de mettre le robinet N des compensateurs soit (fig. 9) en communication avec le tuyau L de vapeur ou d'eau sous pression, soit (fig. 10) en communication avec l'échappement E. 9, 10, levier à secteur 7, commandant 13, 14 par l'arbre transversal 8, monté sur l'axe 1 et les bielles 11. 4, levier commandant par les axes transversaux 1, 1, reliés par la bielle 5 et les manivelles 6, les bras 2, auxquels les balanciers *i* sont pivotés en 3.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et $1^m,53$ de diamètre, sur $1^m,58$ de course, et débitant chacune 57 000 mètres cubes en 24 heures.

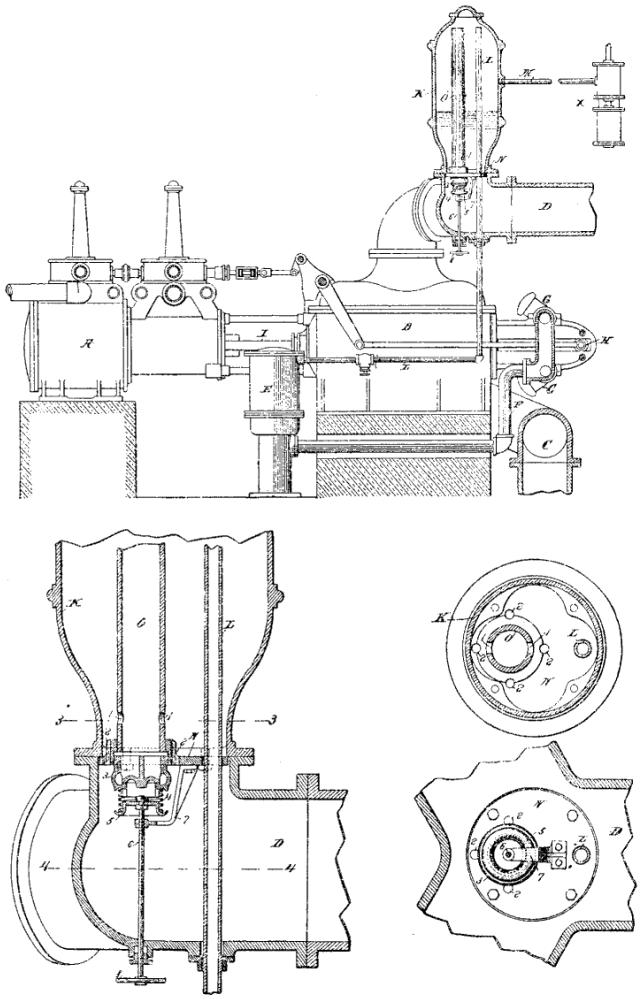


Fig. 12 à 15. — Amortisseur *Worthington*. Coupe verticale et coupes horizontales 3-3, 4-4. Ensemble de l'installation.

K, matelas d'air comprimé par le compresseur X M, et mis en communication par les trous 2 avec la colonne de refoulement D, et, par L, avec l'accumulateur E, qui charge, par F, les compensateurs G G, articulés à la tige H I de la pompe A B. O, tuyau ouvert dans l'air de K, et percé au bas de trous 1, 1, qui le font communiquer avec l'eau de K. 3, soupape à ressort 4, réglé par la manette *s*, à tige 6, filetée en 7, et à plateau 5. C, aspiration de la pompe.

Je citerai encore la remarquable installation de l'*Artesian Water C°*, de Memphis, composée de deux pompes verticales débitant chacune 45 000 mètres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cubes à l'heure, sous une charge 75 mètres, à cylindres de $750^{m}/_{m}$ et $1^{m},50$ de diamètre sur $1^{m},20$ de course. Ces machines ont, avec une pression initiale de 7 kilos effectifs et une vitesse de piston de $0^{m},70$ par seconde, développé chacune 606 chevaux indiqués et 563 chevaux effectifs : rendement organique 93 p. 100. Dépense par cheval-heure indiquée : $0^{k},79$ de charbon et $7^{k},13$ d'eau, prise à 67° et vaporisée à la pression de 8 kilos effectifs.

La grande majorité des pompes Worthington de fortes puissances sont actuellement à double expansion, mais les pompes à *triple expansion* com-

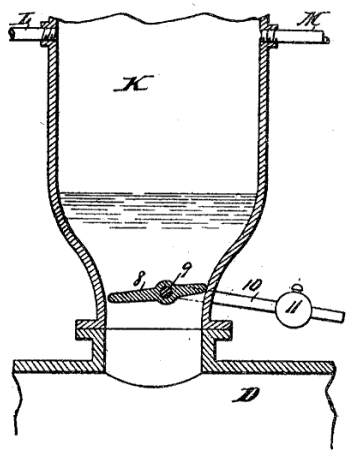


Fig. 16. — Amortisseur *Worthington* pour les petites pompes.

8, vanne dissymétrique, à contrepoids 10, 11, qui s'ouvre quand la pression baisse dans la colonne foulante D. K, matelas d'air refoulé par M, et communiquant par L avec l'accumulateur E (fig. 15) du compensateur.

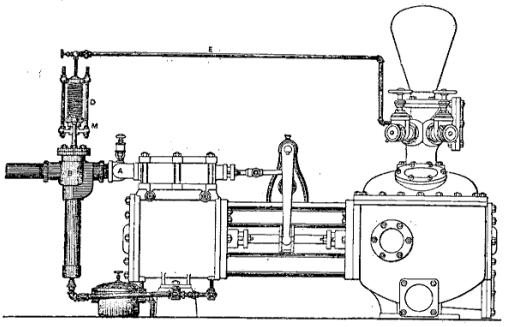


Fig. 17. — Régulateur direct *Worthington*, pour pompes à débits très variables.

B, prise de vapeur équilibrée de l'admission A, maintenue fermée, malgré le ressort D, par la charge E de la colonne foulante. Lorsque la pompe alimente une canalisation d'incendie pourvue d'extincteurs, ce régulateur la met en marche automatiquement dès que la pression y baisse.

mencent à se répandre avec succès. Dans ces pompes (fig. 6 à 8) les pistons *a* et *c* des cylindres de haute et de basse pression A et C sont conjugués par deux tiges *g g*, qui dispensent d'un stuffing box aux cylindres intermédiaires A et B, et permettent d'accéder facilement aux pistons par les couvercles *o*, *o*, ainsi que de les enlever en dévissant simplement leurs écrous 3.

La distribution s'opère au moyen de robinets oscillants : uniques pour les cylindres B et C, et avec détenteurs pour le cylindre de haute pression.

Parmi les installations les plus remarquables de ces pompes à triple expansion, je citerai celle du service des égouts de *Bombay*, exécutée par la maison J. Simpson de Londres. Les pompes sont au nombre de quatre, à cylindres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 280, 430 et 735 $^{m}/_{m}$ de diamètre sur 990 de course, avec plongeurs en bronze de 990 $^{m}/_{m}$ de diamètre; elles élèvent, par 24 heures, de 270 000 à 360 000 mètres cubes d'eau d'égouts, sous la faible charge de $6^{m},70$ à $8^{m},20$.

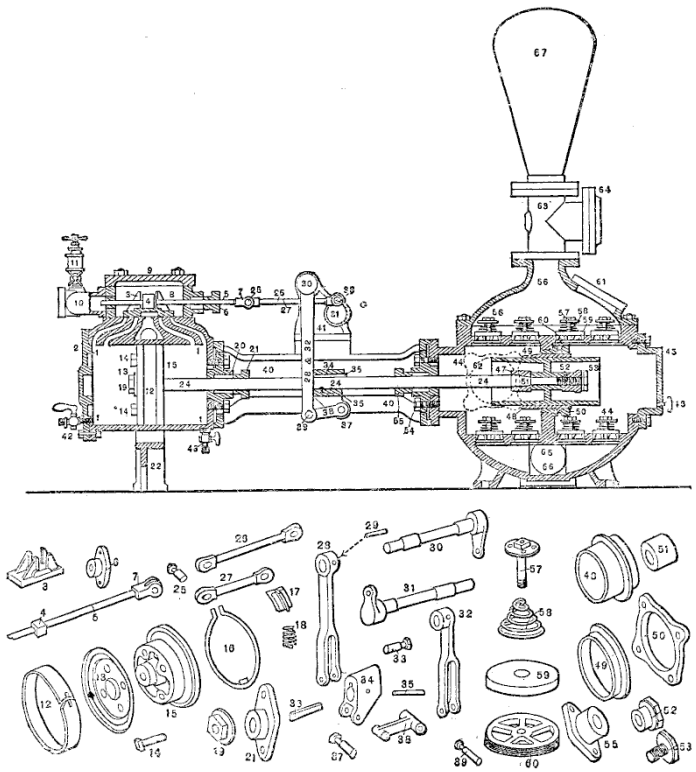


Fig. 18. — Nomenclature des pièces d'une pompe *Worthington* double, à distributions croisées par tiroirs.

1, cylindres à vapeur n° 1 et 2. 2, fonds des cylindres. 3, tiroir. 4, écrou de la tige 5 du tiroir, à stuffing box 6 et articulation 7. 8, chambre du tiroir, à couvercle 9, tuyau d'admission 10 et graisseur 11. 12, segment du piston 15, à boulons 14, ressort 16 et joint 17 à ressort 18. 24, tige du piston, à stuffing box. 20, 21, et écrou 19. 22, pied du cylindre. 25, 26, 27, 28, bielles à goupille 29, articulée à l'axe 31, qui commande le tiroir du cylindre n° 1, lequel est mené, de la tige du cylindre n° 2, comme l'axe 30, qui commande le tiroir n° 2, l'est de la tige du cylindre n° 1, par 34, 35, 38, 39 et 32. 44, cylindre de la pompe, à fonds 45 et 54, stuffing box 55, 53, plongeurs à fixation conique 51, 47, par boulon 52, 53, garniture 49, 48, clapets 59 d'aspiration par 65, 66, et de refoulement par 63, 64, avec siège 60, tiges 57, ressorts 58. 42, 43, 46, purgeurs, 61, regard, 67, réservoir d'air.

Elles ont dépensé aux essais, à la vitesse de 20 à 25 coups par minute, $1^{k},30$ de charbon par cheval-heure effectif, avec un rendement organique de 92 p. 100 (1).

On a parfois besoin, dans les services très variables, de passer momenta-

(1) *Engineering*, 4 mai et 30 nov. 1894, p. 578 et 717. V. aussi *the Engineer*, 10 nov. 1893, p. 448.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nément de la marche normale, à grande détente et avec compensateur, à la marche à pleine pression, qui implique la suppression du compensateur. Les figures 9 à 11 représentent le mécanisme récemment adopté par M. Wor-

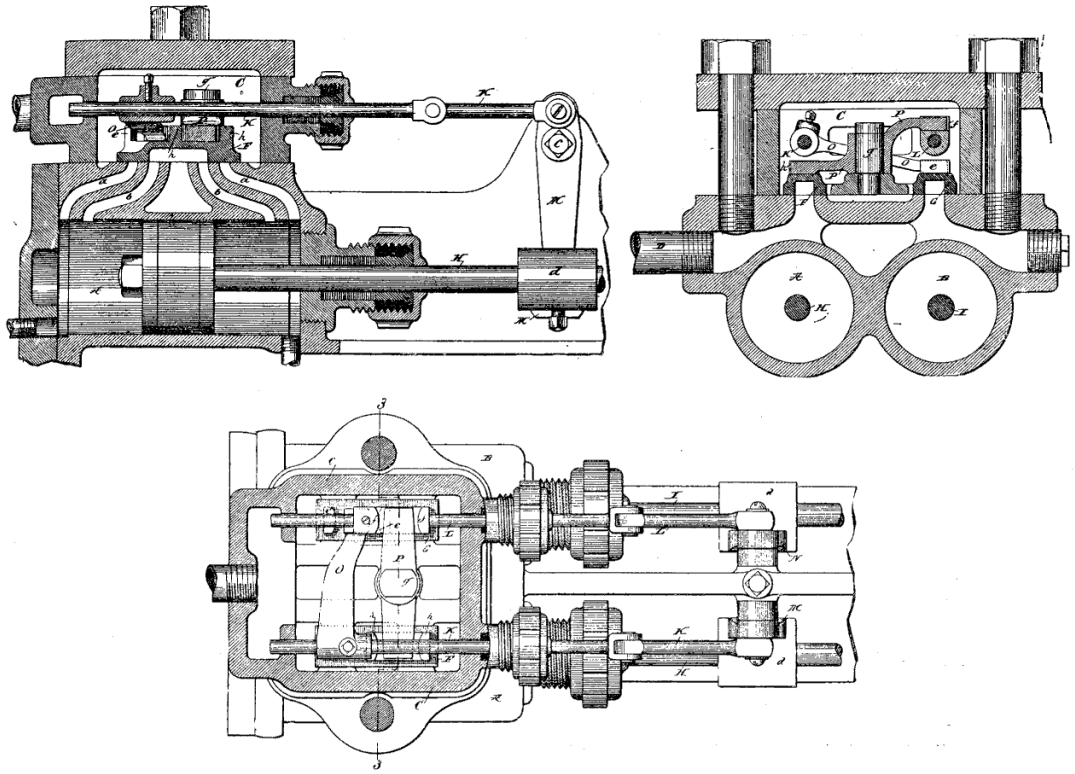


Fig. 19 à 21. — Distribution *Worthington* par tiroirs croisés à leviers intérieurs.

A et B, deux cylindres à vapeur, à tiges H et I et tiroirs F et G, menés respectivement : G par le bras O de la tige K commandée, de H, par *d c* M, et F par le renvoi N L de l, analogue à M K, et le balancier P, pivoté en *g*.

thington pour opérer cette transformation dans les meilleures conditions possibles, sans aucun danger pour la machine.

En temps ordinaire, les axes 3. 3. des balanciers *i i*, qui manœuvrent les robinets distributeurs *g g*, occupent les positions indiquées sur la figure 9. Ces balanciers sont manœuvrés par une tige *lk*, articulée au croisillon de la tige des pistons. Quand les axes 3. 3. occupent les positions correspondant à la marche à grande détente, la tige 11 occupe une position telle qu'elle met, pour chaque pompe, par le robinet à trois voies 14, le tuyau M, allant aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

compensateurs, en communication, par L, avec leur eau ou leur air comprimé, de manière à les mettre en charge.

Quand on veut marcher en pleine pression presque sans détente, on commence par supprimer les compensateurs en tournant, par le levier 9, l'arbre transversal 8, dont la manivelle 10 met alors, par la tringle 11 et le robinet 14, les compensateurs en communication avec leur échappement R, de sorte qu'ils n'exercent plus aucune action; puis, ceci fait, on tourne, par le levier 4, le second arbre transversal 1, dont les manivelles 2.2 font passer

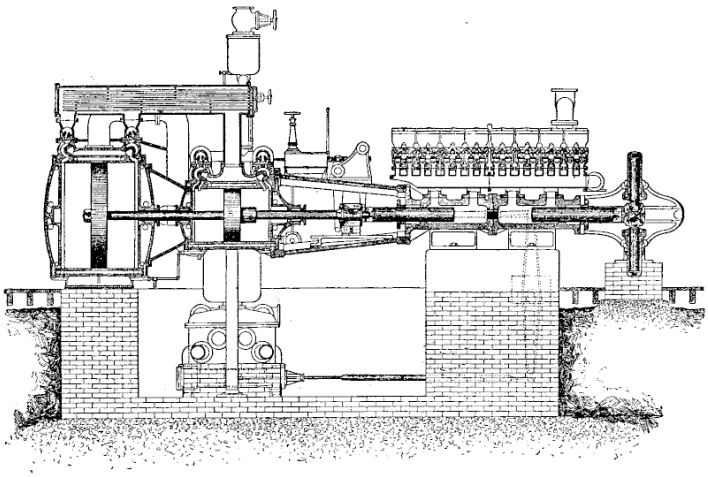


Fig. 22. — Pompe *Worthington* à haute pression Compound, à deux plongeurs conjugués par un cadre extérieur. Compensateur. Condenseur à injection réchauffeur de la vapeur passant du petit au grand cylindre. Garnitures extérieures, facilement accessibles. Clapets multiples, à chambres subdivisées, métalliques, avec sièges à garnitures en cuir, à petites surfaces et faibles levées. Duty 400 000 kilogrammètres par kil. de charbon : frottement 3,6 p. 100.

les balanciers *cc* de la position fig. 9 à celle fig. 10, correspondant à la marche sans détente. Pour la remise en marche normale, on ramène successivement 4 puis 9 à leurs positions correspondantes.

Lorsque la pression dans la colonne de refoulement est sujette à de brusques variations, il importe d'y soustraire le compensateur de manière à éviter les chocs qui en résulteraient pour le mécanisme : tel est l'objet de l'amortisseur à air comprimé représenté par les figures 12 à 15.

Cet appareil consiste en un matelas d'air comprimé K, alimenté par le compresseur X, en communication directe, par les trous 2, avec la colonne de refoulement D, et, par L, avec l'accumulateur E des compensateurs GG. Quand la pression augmente brusquement en D, l'air fait matelas; quand

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elle baisse brusquement, et d'une quantité notable, le ressort 5 ouvre la soupape 4, qui laisse s'échapper, par O, de l'air comprimé, jusqu'au rétablissement de l'égalité des pressions en K D et E, mais avec assez de lenteur pour éviter un choc.

Dans le dispositif plus simple de la figure 16, l'amortisseur est réglé par une vanne dissymétrique 8, à contrepoids 11, et qui s'ouvre quand la pression

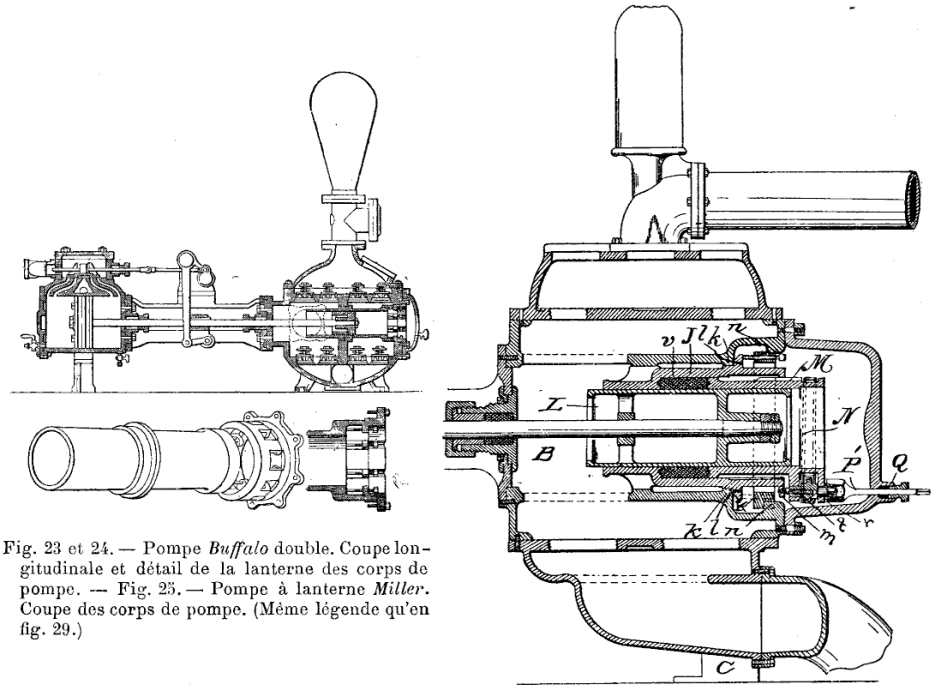


Fig. 23 et 24. — Pompe *Buffalo* double. Coupe longitudinale et détail de la lanterne des corps de pompe. — Fig. 25. — Pompe à lanterne *Miller*. Coupe des corps de pompe. (Même légende qu'en fig. 29.)

baisse en D; mais, dans ce cas, l'air ne s'échappe de K qu'après l'évacuation complète de son eau, de sorte que l'action de l'amortisseur est moins vive qu'avec l'appareil précédent.

Pour les petites pompes à débits et charges très variables, comme les pompes à incendie, on a avantage à employer un régulateur D (fig. 17) chargé en E par la colonne de refoulement, et agissant directement sur la prise de vapeur équilibrée B.

La distribution des petites pompes s'effectue, comme l'indique la figure 18, au moyen de tiroirs; et, dans le cas des pompes jumelles, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mécanismes qui commandent les tiroirs des deux cylindres doivent être croisés. Les figures 19 à 20 indiquent la disposition prise pour que ce

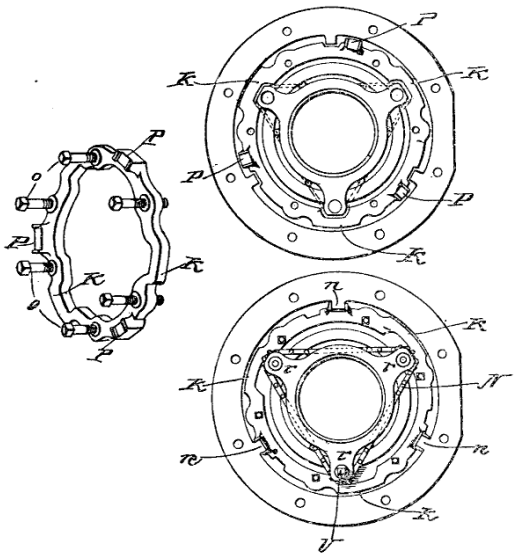


Fig. 26 à 28. — Détail de la lanterne *Miller :* séparée, déclenchée et montée.

K, couronne à redents P, correspondant à ceux *n* (fig. 30) de l'enveloppe *k*, sur laquelle elle s'appuie par les vis *o*. (Pour les autres lettres même légende qu'en fig. 29.)

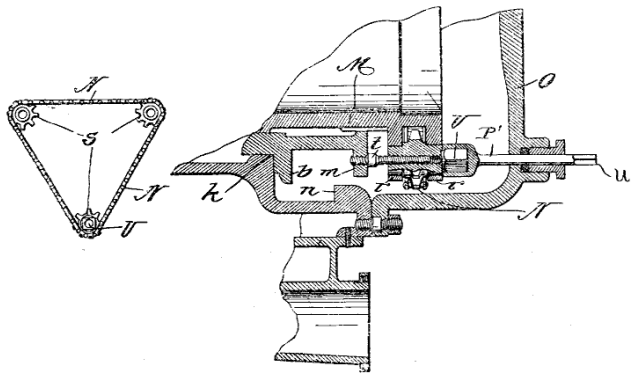


Fig. 29 et 30. — Détail du montage de la lanterne *Miller* et de la commande N de ses écrous, la couronne K (fig. 26) étant supposée enlevée.

M (fig. 25), partie mobile du corps de pompe, à piston L, coulissant dans la partie fixe J, appuyée en *b* sur l'enveloppe *k* (fig. 25), et serrée sur la garniture *v* au moyen des écrous *s*, filetés sur les goujons *t*, enfoncés dans la bride *m* de J, et conjugués par la chaîne N. O, couvercle laissant passer le carrelet *u* P′, manœuvrant simultanément les écrous *s* par la tête U de l'un d'eux.

mécanisme tienne, dans la chambre des tiroirs, le moins de hauteur possible.

La tige H du piston du cylindre A actionne le tiroir G du cylindre con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jugué B par M K et le bras O; et la tige I du piston de B actionne le tiroir F de A par N L et le balancier P, pivoté en *g*, de sorte que les deux tiroirs se meuvent : G en sens contraire de H, et F dans le même sens que I.

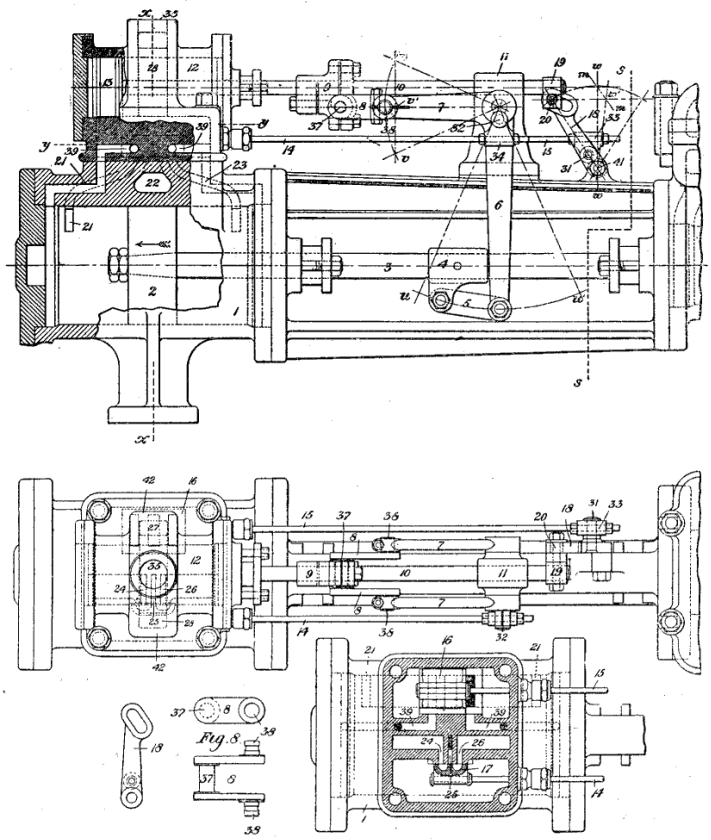


Fig. 31 à 36. — Pompe à vapeur directe de *Nisbet*. Élévation. Plan. Coupe *y y*. Détail du renvoi 8 et du levier 18.

1, cylindre à vapeur, à piston 2, dont la tige 3 commande, par 4, 5, 6, 7, les articulations 38. 38 de l'étrier 8, pivoté en 37 sur la crosse 9 de la tige 10 du piston auxiliaire 13, laquelle tige commande, par 19, 20, 18, 31, 33 et 15, le tiroir 16, qui laisse, quand il occupe la portion indiquée en fig. 33, la vapeur admise en 35, 27, 28 (fig. 37), pénétrer par 23 (fig. 31), à droite du piston 2. 17, second tiroir distributeur, commandé par 6, 34, 14, et qui, à la fin de la course de 2 vers la gauche, admet par la lumière 24 la vapeur derrière le piston 13, auquel l'étrier 8, entraîné par 7 (fig. 39), permet de se déplacer vers la droite jusqu'à ce que, 37, arrivant en *v v' v* 10 admet par 16 la vapeur en 21, et ouvre 23 à l'échappement 22, 36. 39, 39 (fig. 31 et 39), lumières qui débouchent derrière le piston 2, et auxquelles le tiroir 16 admet la vapeur en même temps qu'en 21 ou en 23, dans le but expliqué par le texte. 20 (fig. 31), coulisse du levier 18, inclinée en *m m* quand 18 occupe la portion *w w*, et que 20 est en *w'*, au delà de *w w*, de la quantité qu'il faut pour corriger les effets des obliquités de 18 sur la marche du tiroir 16, qui doit suivre uniformément le piston 13.

Parmi les spécialités les plus intéressantes des pompes Worthington, on peut citer (fig. 22) l'application de leurs types à haute pression au pompage

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du pétrole dans les *Pipe Lines* de Pensylvanie sous des charges allant jusqu'à 100 atmosphères. La *National Transit C°* en emploie une cinquantaine, d'un débit journalier d'environ 320 000 mètres cubes. Un essai fait sur l'une de ces pompes, refoulant 6 750 mètres cubes de pétrole par vingt-quatre heures au travers d'une ligne de 50 kilomètres de long et de 150 millimètres de diamètre : charge 60 atmosphères, a donné, pour la dépense de vapeur, $7^k,70$ par cheval-heure effectif, et $7^k,40$ par cheval indiqué (1).

Les pompes de la *Buffalo Steam Pump C°* (2) sont (fig. 23) caractérisées par l'emploi d'une sorte de lanterne ajustée sur l'avant du corps de pompe,

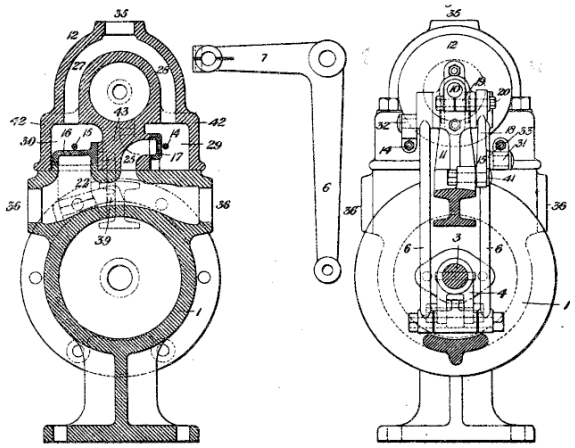


Fig. 37 à 39. — Pompe *Nisbet*. Coupes $x\,x$ et $s\,s$ (fig. 31) et détail du levier 6,7. (Même légende qu'en fig. 31.)

et boulonnée sur son enveloppe de manière à la maintenir solidement soutenue et appuyée sur son diaphragme. Ce corps de pompe peut facilement se retourner quand il commence à s'ovaliser.

On retrouve une disposition analogue sur les pompes de *Miller*, dont le corps est en deux parties : l'une fixe J, l'autre mobile M. La partie fixe J est terminée à l'avant par une face b (fig. 30), qui vient s'appuyer sur l'épaulement correspondant k de l'enveloppe, et par une bride m. Entre b et m, se trouve un anneau K (fig. 26) de diamètre intérieur plus grand que celui de m, pourvu d'encoches P, emboîtées (fig. 28) sur les saillies correspondantes n de l'enveloppe, et de boulons o, qui appuient fermement b sur k. La paroi

(1) *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, vol. XII. *Engineering*, 31 juillet 1883, p. 108.

(2) *American Machinist*, 5 mai 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

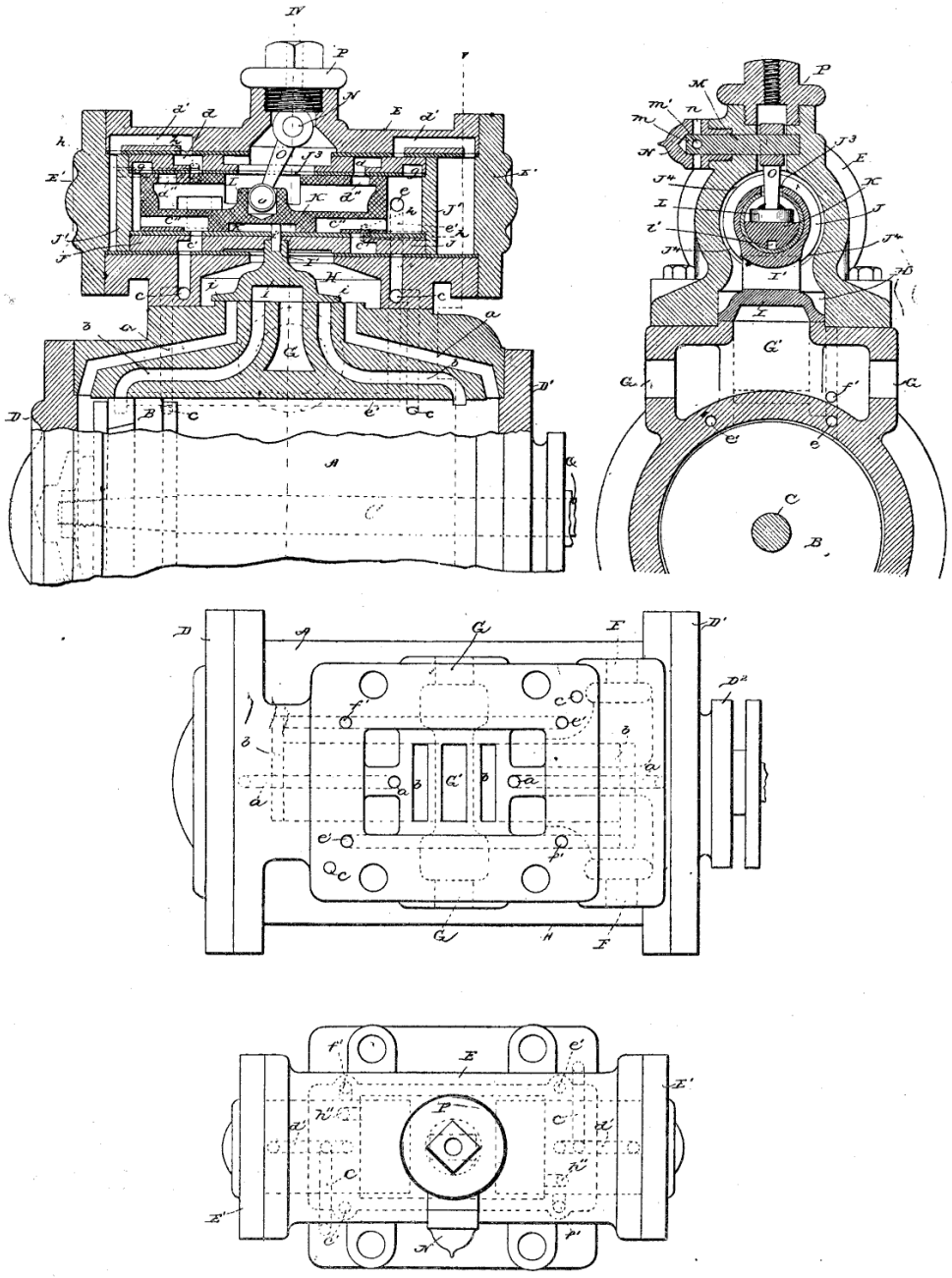


Fig. 40 à 43. — Pompe *Blake* (de la Blake Manufacturing C°, New-York). Coupes verticales, longitudinale et IV du cylindre à vapeur. Plan de la glace G et du cylindre.

A D D′, cylindre moteur, avec piston B, à tige C, commandant directement la pompe. H, chambre du tiroir principal I (fig. 45), saisi en I′ par l'encoche R (fig. 50), du tiroir piston principal J, avec téton i', limitant par k, la course du piston auxiliaire K (fig. 55), dans J, et barrettes à recouvrements $i\,i$, admettant la vapeur aux deux extrémités de A, d'abord par a, puis par b, et l'échappement par G G′. $c\,c$, $e\,e'$, $f\,f'$, conduit de distribution de vapeur dont le fonctionnement est expliqué dans le texte. E E′, chambre en distribution recevant la vapeur en F, renfermant deux tiroirs pistons libres K et J J′ (fig. 45 à 57), avec bouchon de visite P, et levier O, attaquant K par L, et permettant de mettre exceptionnellement la pompe en train par l'axe M, au moyen d'une barre passée en $n\,m'$ dans le capuchon N.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mobile M du corps de pompe est fixée et ajustée dans J par trois goujons *t* (fig. 30) à écrous *s*, conjugués par une chaîne N, de manière à assurer la concordance de leur serrage sur la garniture *v*.

Pour retirer le corps de pompe, il suffit de desserrer les boulons *o* de

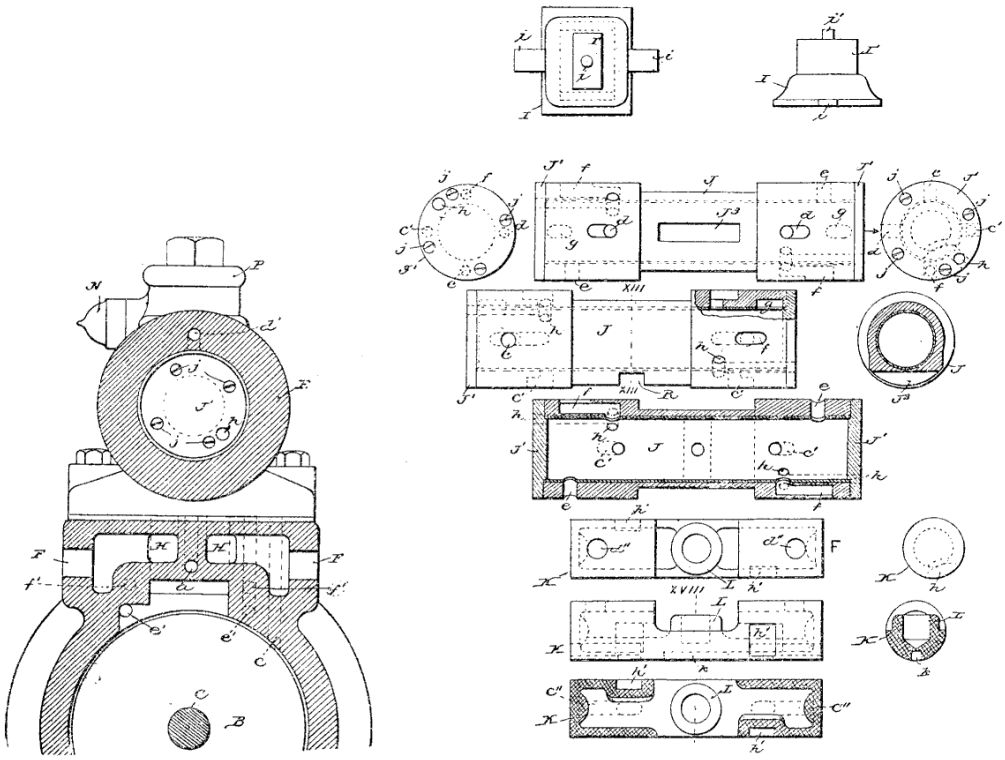


Fig. 44 à 47. — Pompe *Blake*. Coupe V (fig. 40).
Détails du tiroir I, du tiroir piston principal J. (Élévations vues par bout, coupes longitudinale et XIII, XIII), et du tiroir piston auxiliaire K. (Plan, élévation, coupes longitudinale et XVIII). (Pour le fonctionnement de ces tiroirs, voir le texte et la légende de la fig. 40.)

manière à permettre aux encoches P de sortir de *n*, puis de tourner K comme de figure 28 à figure 27.

La marche de l'ingénieuse distribution de la pompe *Nisbet* est facile à suivre sur les fig. 31 à 39, qui la représentent dans ses moindres détails.

Quand les pièces occupent les positions indiquées en figure 31, le piston auxiliaire 13 est au fond de sa course arrière, et le tiroir 16 (fig. 33 et 37), que le piston 13 commande par 10, 19, 20, 18, 31 (fig. 38) 33 et 15, laisse la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur pénétrer en grand, par la lumière 23 (fig. 31), sur la face droite du piston 2 de la pompe, qui continue sa course de droite à gauche. Ce mouvement commande, par 3. 4. 5. 6. 34. 14, le second tiroir 17 (fig. 33) de manière qu'il admette vers la fin de la course de 2, par la lumière 24, la vapeur derrière le piston auxiliaire 13 ; en même temps, le bras 7 du levier 6-7 (fig. 39) arrivé en *v* (fig. 31), en entraînant avec lui l'étrier 38. 37. 38, (fig. 36) articulé en 37 sur la crosse 9, permet au piston 13 et à sa tige 10 de se déplacer vers la droite. Quand 2 arrive au fond de sa course, avec 6 en *u u*, et 7 en *v v*, le tiroir 17 (fig. 33 et 37), actionné par 6, ouvre en grand l'admission de la vapeur sur le piston 13, qui, rencontrant très peu de résistance en raison de la position de la menotte 37, se déplace vivement vers la droite. Quand l'articulation 37 dépasse le plan *v v' v*, la tige 10 admet, par le tiroir 16, la vapeur dans la lumière 21, et ouvre la lumière 23 à l'échappement 22. Cette lumière est, comme 23, disposée de manière que le piston 2 la recouvre avant la fin de sa course, afin de déterminer, au fond de course, les compressions nécessaires à l'amortissement de son lancé. Afin de pouvoir admettre la vapeur au cylindre moteur pendant que le piston 2 recouvre les lumières 2 et 23, on a disposé les lumières auxiliaires 39. 39 (fig. 31 et 33) qui débouchent derrière le piston 2, et auxquelles le tiroir 16 admet la vapeur en même temps qu'en 21 ou en 23.

Au retour du piston 2, les mêmes phénomènes se reproduisent en sens contraire, sans possibilité de points morts.

La distribution de la pompe *Blake* fonctionne (fig. 40 à 57) entièrement par la vapeur (1).

Quand le piston B arrive au fond de sa course de gauche, comme en figure 40, il découvre la lumière auxiliaire *c c* de gauche, qui admet, par *c' c* la vapeur à gauche du tiroir piston auxiliaire K (fig. 55) et le repousse à droite. Ce mouvement amène la lumière *d''* de gauche de K devant la lumière *d'* correspondante du second piston distributeur J (fig. 47), de manière à admettre la vapeur de J_3, par *d'' d d'*, à gauche de J. Ce piston se déplace à son tour vers la droite, d'abord sous la pleine pression de la vapeur, puis par sa détente, à partir des deux tiers de sa course, point où J ferme la lumière *d'* de gauche.

Le tiroir principal I (fig. 45), entraîné dans la course de J, admet alors,

(1) Voir aussi l'*American Machinist*, 22 juillet 1882, 19 mai 1883.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme dans la pompe précédente, la vapeur à gauche du piston B, d'abord par la lumière auxiliaire *a*, puis par *b*, et la fait échapper de sa face droite par G.

Dès que le piston K a parcouru dans J les deux tiers de sa course, il ferme son échappement *e* (fig. 52) dont la vapeur emprisonnée l'arrête,

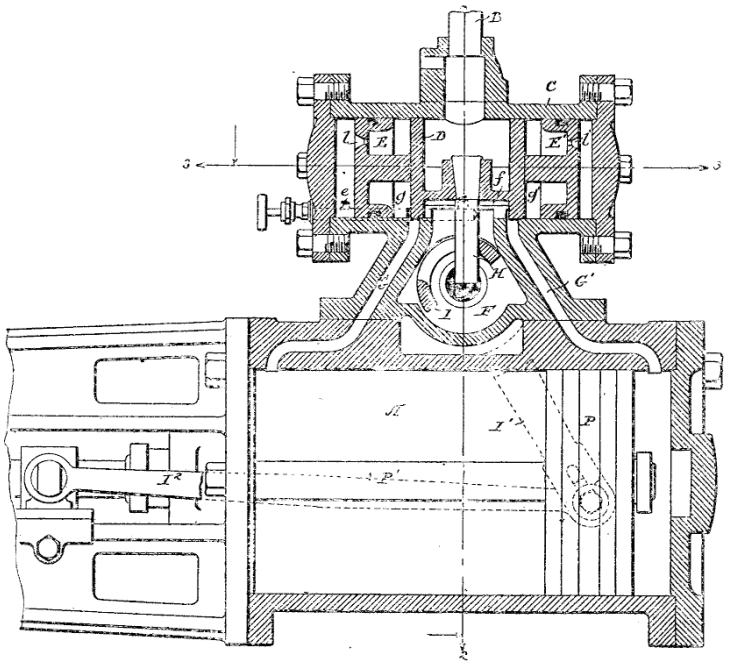


Fig. 58. — Pompe *Drewett et Davidson*. Coupe longitudinale médiane du cylindre à vapeur.

A, cylindre à vapeur, dont la tige P' du piston P, commande, par $I_2 I'$ et la coulisse I (fig. 59), le bras H du tiroir piston D, et lui imprime ainsi un mouvement oscillant, tout en la laissant en partie libre de se déplacer longitudinalement sous l'action de la vapeur. Quand P arrive au fond de course de gauche à droite, I achève de fermer l'échappement G' *g f* F, auquel il ouvre le canal *e* (fig. 59), en même temps que *e'* à l'admission de la vapeur sur E', de manière à repousser D de droite à gauche, ouvrir l'échappement en G *g fF*, et l'admission B en D G*r*. *l l'*, ouvertures équilibrant la pression moyenne sur les faces E et E' de D, mais d'ouvertures trop faibles pour paralyser l'action de la distribution de vapeur.

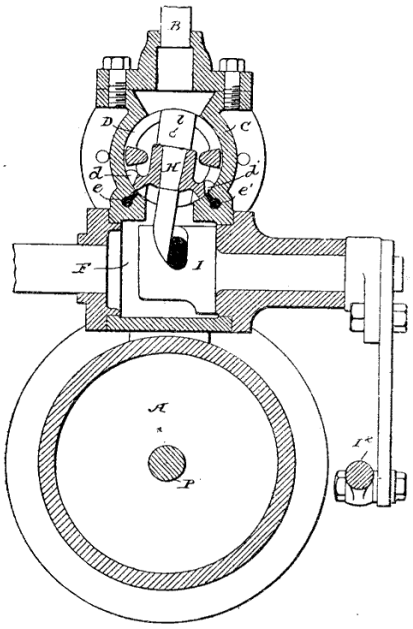
secondée s'il le faut par l'admission de la vapeur de *d* en *g*, si K dépasse *e*; en même temps, l'admission *c''* se ferme à gauche, de sorte que K se trouve pris entre deux matelas de vapeur jusqu'à ce que l'avancement de J vers la droite mette les deux extrémités de K en rapport avec l'échappement *c* du cylindre A, comme nous l'avons vu au commencement.

Lorsque K est au fond de course, à gauche, *f* (fig. 50) ne communique pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec h, mais, dès qu'il ouvre, par d'', l'admission de la vapeur à gauche de J, il fait communiquer f avec h par h' (fig. 57) de sorte que la vapeur de J s'échappe par f' (fig. 41) ; puis J ferme f', de sorte que la vapeur d'échappement enfermée en J' l'arrête, aidée, s'il dépasse f', par la vapeur admise alors par $h'' h$. Ces mêmes phénomènes se reproduisent symétriquement au retour du piston J, comme pour le piston K.

La description de cette distribution est forcément assez difficile à suivre



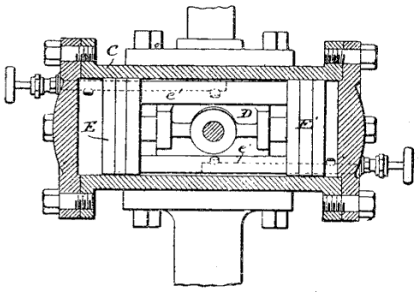


Fig. 59 et 60. — Pompe *Drewett et Davidson*. Coupes 2-2 et 3-3 (fig. 58). (Même légende qu'en fig. 58.)

en raison du manque de liaison rigide entre ses organes, mais elle est en réalité, comme on le voit sur les figures 45 à 47, constituée par un petit nombre de pièces robustes, accessibles, garnies de fourrures en bronze pour adoucir leurs frottements et éviter la rouille après un arrêt prolongé, au bout duquel on peut d'ailleurs mettre en train en déplaçant le piston K par la manivelle O.

La distribution de la pompe *Drewett* et *Davidson* est (fig. 58) commandée à la fois par la vapeur et par un mécanisme desmodronique très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

simple. Dans la position indiquée en figure 58, correspondant à la fin de la course de gauche à droite du piston P, le tiroir cylindrique D a presque fermé G' à l'échappement F, et G à l'admission B; puis, lorsque P arrive au fond de sa course, la came I, commandée par le bras I', achève de fermer G et G', et oscille de manière à ouvrir le petit canal *e* (fig. 59) à l'échappement, et *e'* à l'admission. Il en résulte que la vapeur admise par *e'* derrière la face

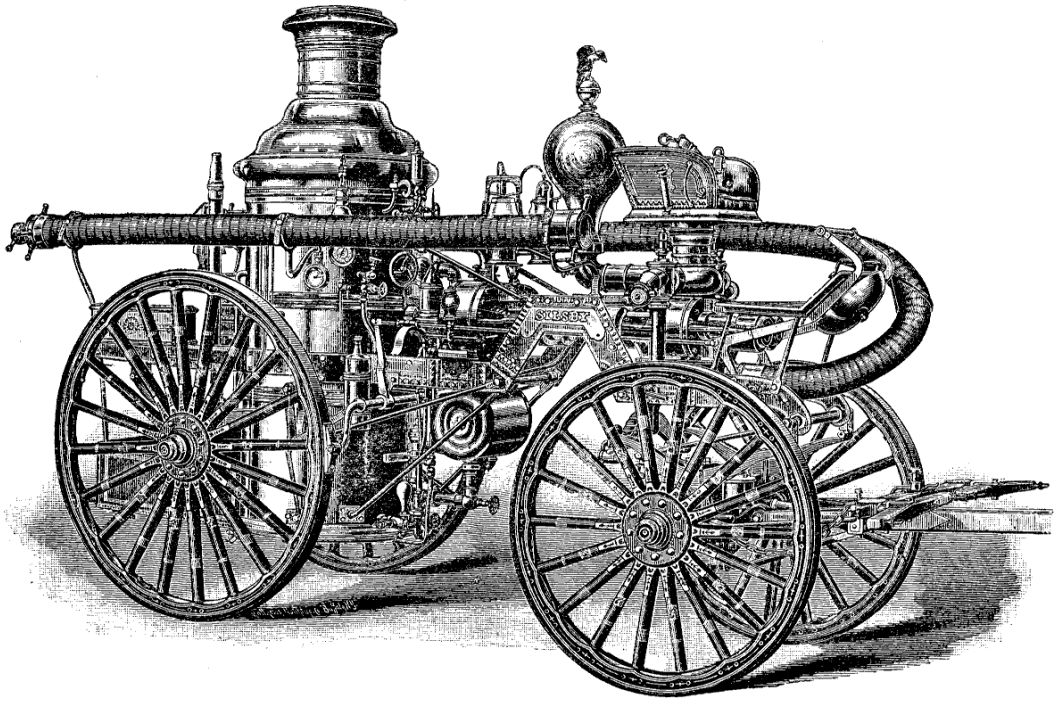


Fig. 61. — Pompe à incendie rotative *Silsby* de l'*American Fire Engine C°*.

E' la repousse vivement vers la gauche (1) de manière à ouvrir en grand C'

(1) On trouvera dans la collection de l'*American Machinist* la description d'un grand nombre de pompes à action directe américaines, notamment celles de *Burnhman* (24 mars 1891, p. 3). *Deane* (28 janvier 1888, 17 février 1882, 8 août 1885, 29 janvier 1887). *Henwood* (10 oct. 1885). *Harlow* (11 oct. 1884). *Hooker* (30 déc. 1882). *Valley* (17 mai 1884, 18 sept. 1886). *Maxwell*, (23 déc. 1882, 1er nov. 1884 et *Brevet américain*, 498806 de 1893). Voir aussi les *brevets américains* de *d'Auria* (493153 de 1893). *Burnham* (492188 de 1893). *Clark* (512010 de 1894). *Groshow* (499730 de 1893). *Hall* (446406, de 1891). Citons encore les *Béliers hydrauliques* de *Rife* et de *Webster* (Scientific American, 5 juillet 1890, p. 5, et 27 oct. 1892, p. 274), de *Richards* (American Inst. of Mechanical Eng., fév. 1888) et de *Morris* (Appleton's Cyclopœdia, vol. 2, p. 667).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'admission, et C à l'échappement. Au retour du piston P, les mêmes phénomènes se reproduisent en sens inverse, par le jeu de la came I et des canaux *e* et *e'*. Le bras I' ne doit exercer, pour imprimer au tiroir D ses petits mouvements

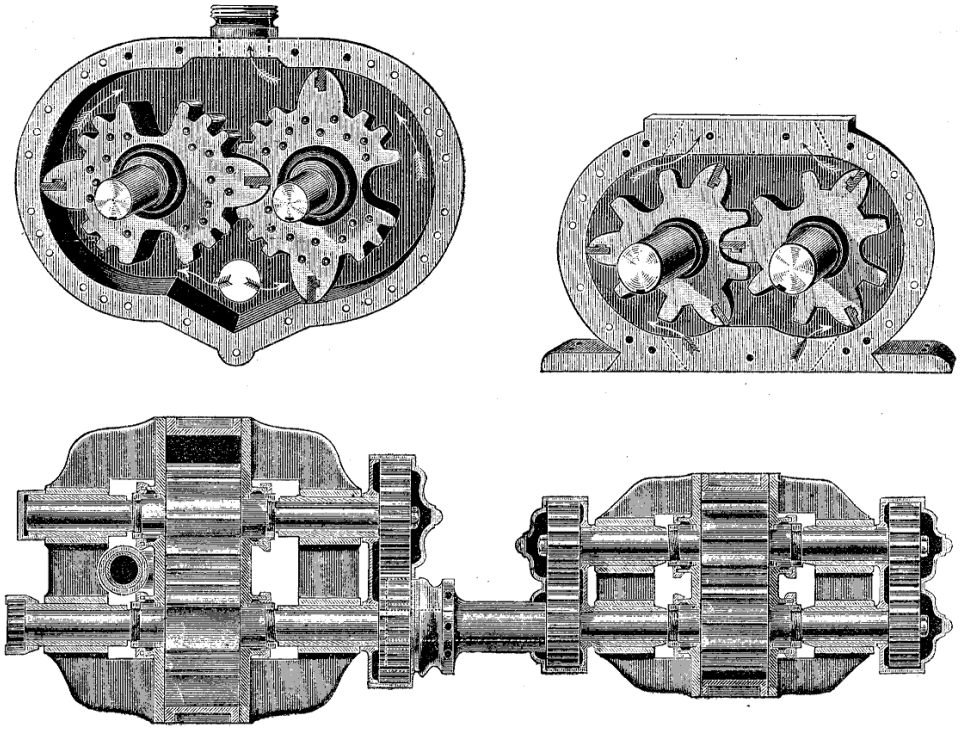


Fig. 62 à 64. — Pompe à incendie rotative *Silsby*. Détail des cylindres à vapeur et de la pompe.

hélicoïdaux, que des efforts très faibles, car ce tiroir est équilibré par la mise en communication de ses deux faces au moyen des petits orifices *l* et *l'* (fig. 58).

Pompes à incendie. — Les pompes à incendie américaines se distinguent des nôtres par un grand nombre de détails de construction, dont les principaux sont l'emploi assez fréquent du pétrole en place du charbon, pour chauffer la chaudière (1) et celui des pompes rotatives au lieu de pompes à pistons.

L'une des plus usitées, parmi ces pompes rotatives, est celle de *Silsby*

(1) Comme sur les locomobiles de *Clayton* (Engineering 16 juin 1893, p. 831) et les pompes de *Grwyne* (Revue Technique, 25 avril 1894, p. 183).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

construite par l'*American Fire Engine C°*, de Seneca Falls, dont les figures 61 à 65 suffisent à faire comprendre le fonctionnement. Les garnitures des cames, constituées par des barrettes en bronze pressées contre les parois des cylindres par des ressorts, peuvent se retirer facilement au moyen de regards ménagés dans les fonds de ces cylindres, et les arbres de ces cames sont conjugués par

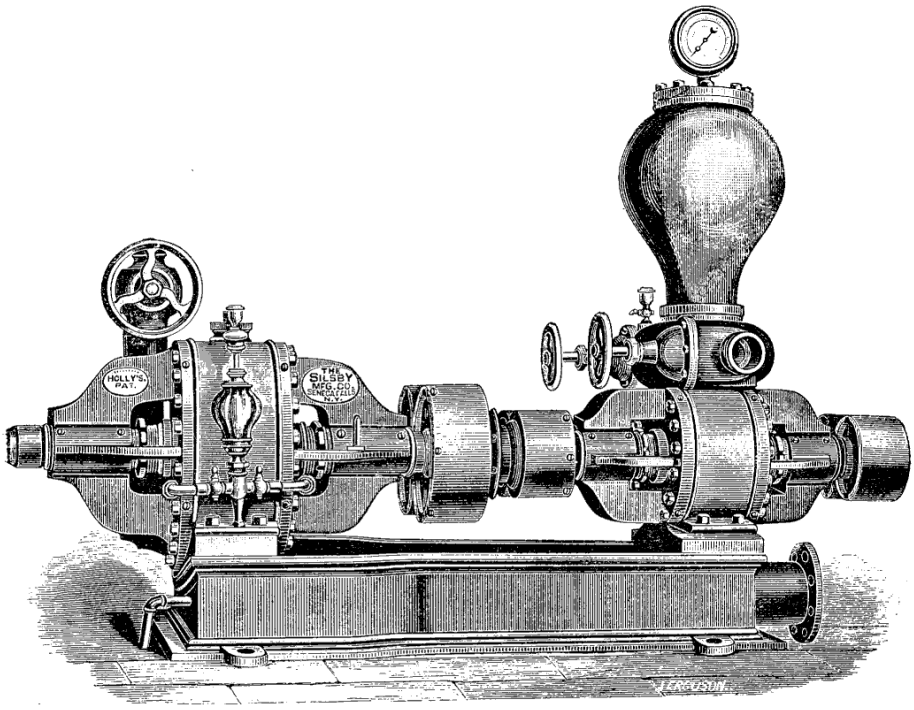


Fig. 65. — Pompe *Silsby*, fixe, de l'*American Fire Engine C°*. Encombrement : $1^m,05 \times 7^m,10 \times 1^m,37$ de haut. Débit 5^{m3} par minute.

des engrenages qui en assurent la concordance. Le fonctionnement de ces pompes rotatives et sans clapets est, en raison de sa continuité, d'une grande douceur, telle qu'elles peuvent refouler l'eau au travers de tuyaux de toile ayant jusqu'à 900 mètres de long sans risque de les crever.

Dans les machines à pompes ordinaires, les pompes sont presque toujours verticales. Comme exemple de ce genre de machines, je donnerai le type le plus récent de l'*American Fire Engine C°*, dont les principaux détails sont représentés par les figures 66 à 77.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière, du type *Clapp*, est (fig. 67) à tubes d'eau. Ces tubes, au nombre de six, en cuivre étiré sans soudure, sont disposés en spirales aboutissant au bas et au ciel de la boîte à feu par des joints filetés (fig. 70) parfaitement étanches et faciles à démonter. L'intérieur de ce faisceau de tubes est rempli par un déflecteur formé d'un certain nombre de sections à circulation d'eau (fig. 68), filetées en série l'une au-dessus de l'autre, dont

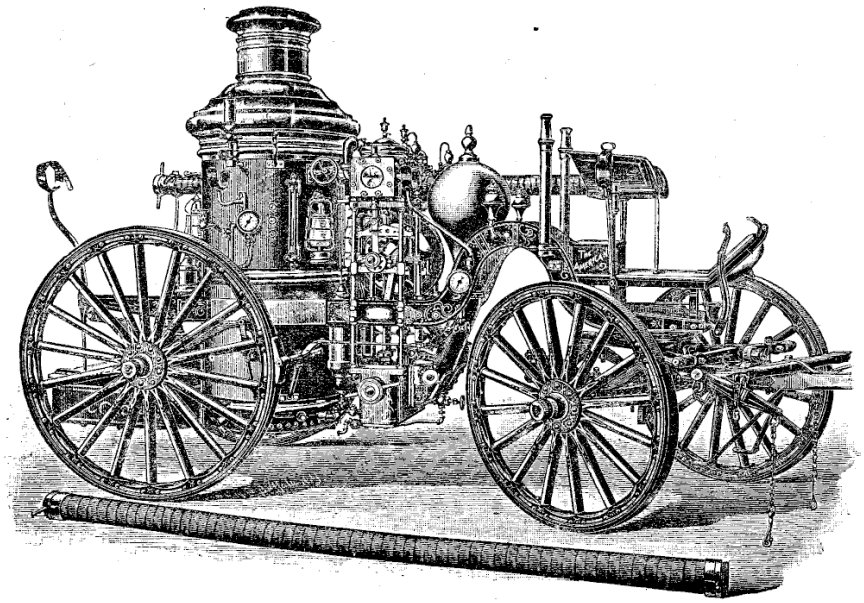


Fig. 66. — Pompe type vertical de l'*American Fire Engine C°*.

la plus haute est vissée dans le ciel du foyer et la dernière au bas. La circulation de l'eau est régulière et très active sans fatiguer les tubes.

Les pompes (fig. 71), du type *Fox* à double effet, sont au nombre de deux, avec pistons reliés directement à ceux des cylindres à vapeur, mais conjugués par des bielles en retour sur les manivelles à 90° d'un arbre à volant central. Les deux corps de pompe sont emboîtés dans une pièce de bronze unique (fig. 73), solidement fixée aux longerons, qui constitue, en même temps que la boîte à clapets, un socle extrêmement solide, permettant de réduire au minimum l'écartement des pistons. L'ensemble est disposé de manière à permettre un accès très facile des clapets. L'aspiration se monte à volonté à droite ou à gauche de la pompe, sur les branchements directs S. Les pistons,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à garnitures presque entièrement libres ou à chicanes, n'exercent qu'un faible frottement à peu près indépendant de la charge. Les clapets d'aspira-

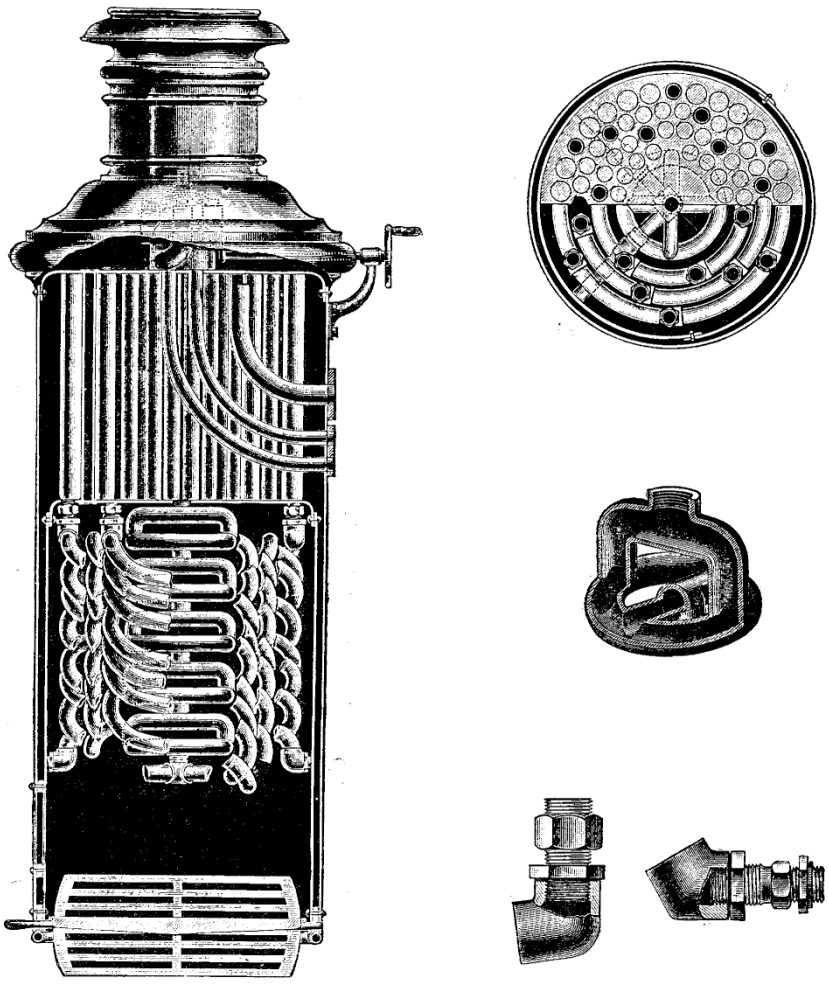


Fig. 67 à 70. — Chaudière tubulée *Clapp*. Coupe verticale. Plan coupe. Détail du déflecteur et des raccords des tubes.

tion coniques, du type *Wilcox* (fig. 77), ouvrent à l'entrée de l'eau une voie aussi directe que possible, et sont, comme les clapets de refoulement, chargés par des ressorts en bronze phosphoreux : leur levée est faible et leur section très grande, afin de permettre une marche rapide, et les trépidations sont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aussi amorties que possible par l'emploi de réservoirs d'air à l'aspiration et au refoulement.

Les clapets de la pompe *Clapp et Jones* sont constitués (fig. 79 et 80) par de simples languettes battant sans ressorts sur les sièges des corps de pompe,

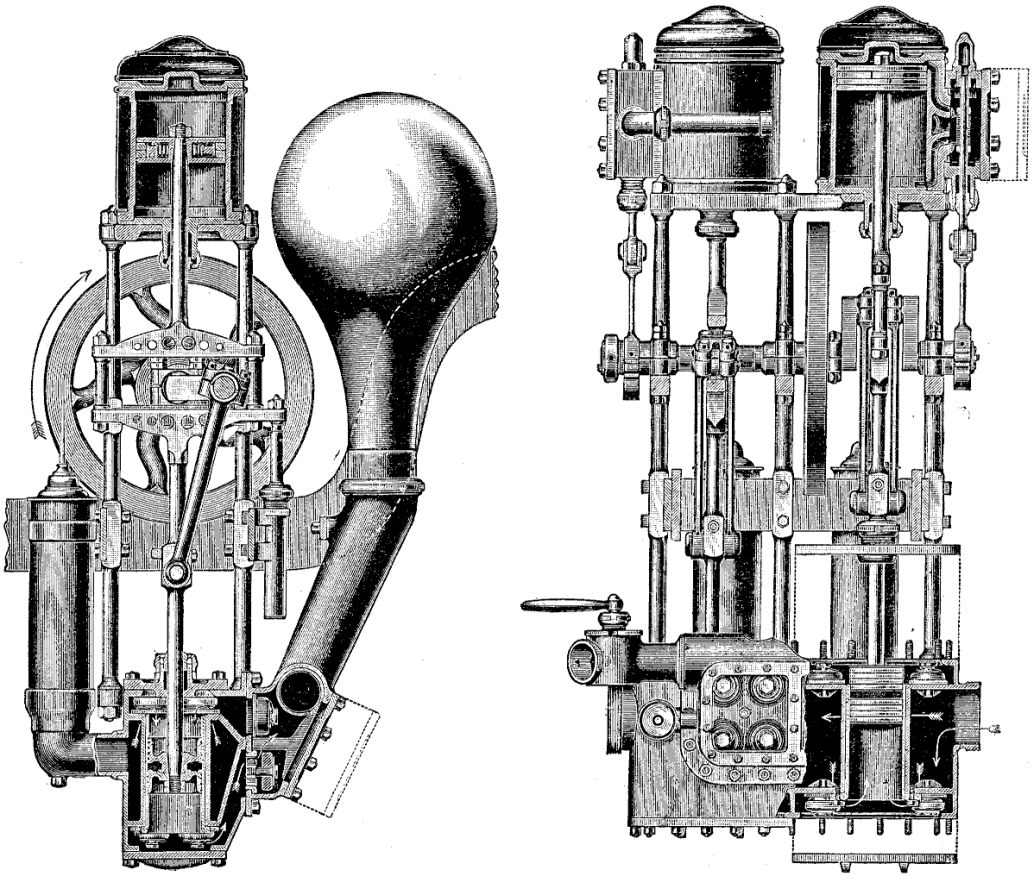


Fig. 71 et 72. — Pompe *Fox*. Élévation. Coupes orthogonales par un cylindre.

dont le piston est à garnitures entièrement libres. Cette pompe est remarquable par son faible encombrement et son grand débit.

Contrairement à la pratique de la plupart des pompes américaines, celles du type *Button* sont (fig. 83) horizontales et, comme on le voit en (fig. 81), moins accessibles que les verticales. Les cylindres sont à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

distributions directes croisées comme celles des pompes Worthington (1).

Il y aurait beaucoup à dire sur un grand nombre de détails et d'annexes très intéressants des pompes à incendie américaines, et sur leur service si largement organisé (2). Je ne puis que citer à la hâte quelques-uns de ces détails : les *réchauffeurs* (fig. 85) qui, en même temps qu'ils chauffent la

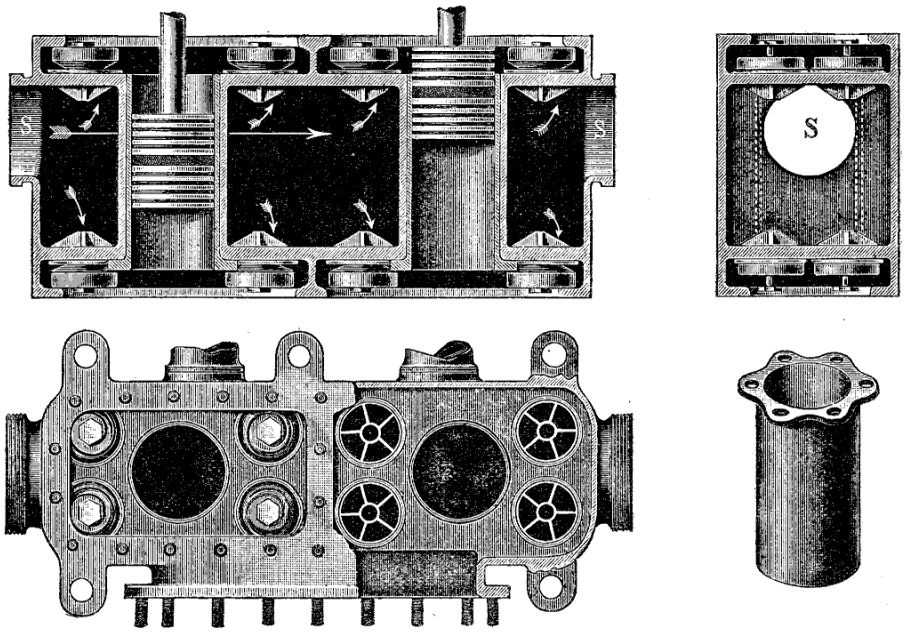


Fig. 73 à 76. — Pompe *Fox*. Détail des cylindres de pompe.

remise des pompes avec de la vapeur à basse pression, maintiennent l'eau de leur chaudière à une température voisine de 100°, de manière que la pres-

(1) A citer les pompes de *La France* et de *Ahrens* (Appletons' Cyclopœdia supp., p. 262 et 264 de *Gould* et d'*Amoskeag* (automobile). (Id., vol. I, p. 628) et la pompe *électrique* Silsby, actionnée par une dynamo de *Crooker Wheeler* (American Machinist, 2 août 1894, p. 5). Les pompes automobiles commencent à se répandre, mais sans encore un succès définitif (Scientific American supp., 26 mai 1894, p. 15346).

(2) *La Lumière électrique*, 13 mars 1886 « Organisation du service des pompiers à Chicago ». *Scientific American*, 9 août 1884, 11 sept. 1886, 30 juillet 1885 « Organisation de New York ». Cette organisation est souvent moins efficace que la nôtre (*Journal of the Franklin Institute* fév. 1890, p. 101 et *Engineering Magazine*, août 1894, p. 603), mais pour des raisons étrangères au service des pompes, dont l'organisation technique est incontestablement supérieure. Voir aussi *J. R. Spears* « Modern Fire Apparatus » (Scribners' Magazine, janvier 1891, p. 54). *Hexameter* « Means of Extinguishing Fires » (Journal of the Franklin Inst., août 1885). *Woodburg* « Prevention of Mills from Fires » (American Society of Mechanical Engineers, vol. II, p. 301).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

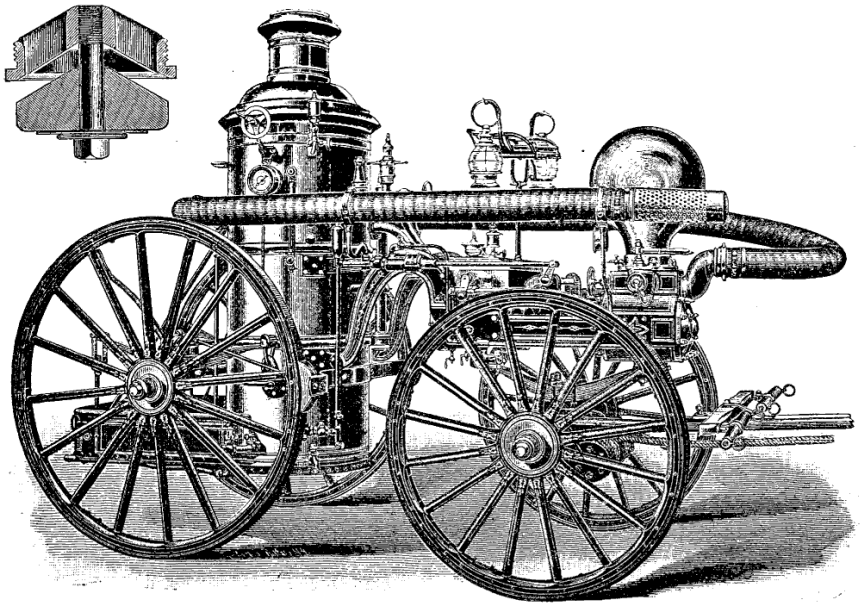


Fig. 77 et 78. — Clapet *Wilcox*. — Pompe horizontale *Clapp et Jones*.

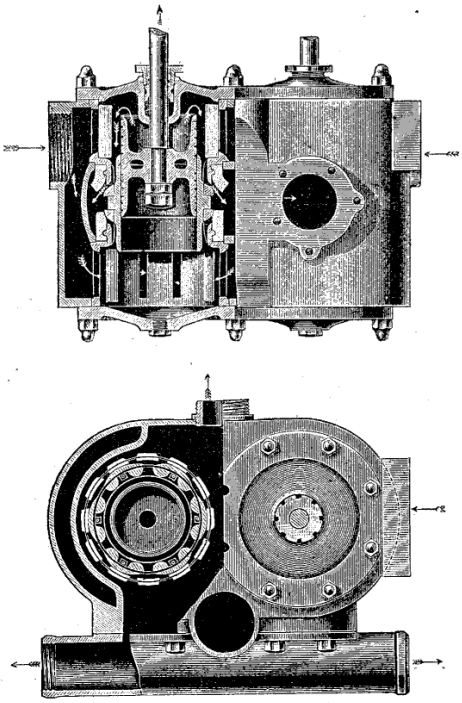


Fig. 79 et 80. — Détail de la pompe *Clapp et Jones*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion s'y établisse presque dès la mise au feu; les *chariots dévideurs* (fig. 86) élégants et d'une extrême légèreté; les *lances* (1), presque toujours protégées par un bourrelet de caoutchouc (fig. 87), à jets simples, multiples (fig. 89) ou composés (fig. 90), pourvues de robinets faciles à manier (fig. 88) et souvent reliées à la pompe par un fil téléphonique ou télégraphique (2); les *raccords multiples* (fig. 90), les *ligatures* et *raccords* de tuyaux (fig. 91 à 96), par-

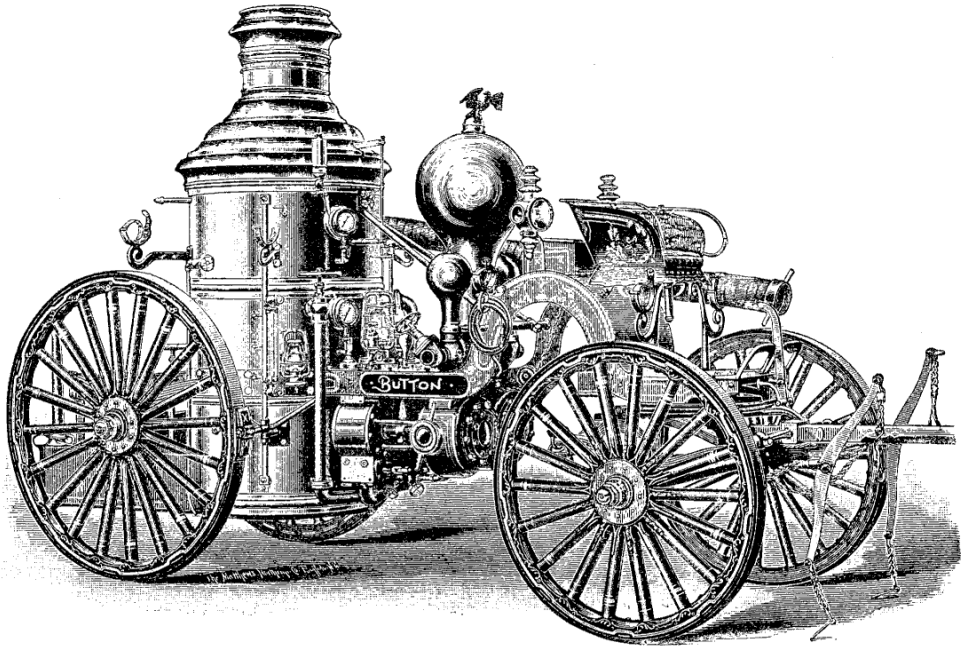


Fig. 81. — Pompe horizontale *Button*.

fois très ingénieux, leurs *crochets d'attache* (fig. 97), les *harnais* (3) et les *box* automatiques (4), puis les innombrables appareils de sauvetage « *Fire Escapes* » (5), *échelles* (6), *avertisseurs* (7), les *extincteurs* chimi-

(1) Lances de Morse, Shaw, Clemens, Hale (avec injection d'air), etc. (*Appleton's Cyclopœdia Supp.*, p. 350).

(2) *La Lumière électrique*, 14 oct. 1893, p. 69. Accouplement Strauss et Weil, et 14 avril 1894, p. 64. Signal Bamard.

(3) *Appleton's Cyclopœdia* (Supp.), p. 351.

(4) *La Lumière électrique*, 14 janvier, 8 août 90, p. 63 et 14 : portes et longes automatiques de Bosh et de Nielson.

(5) *Chronique industrielle*, 7 août 1887, p. 358. *Bone* (Scientific American, 7 fév. 1885, p. 83). *Life and Property Saving Chair C°* (id. 10 oct. 1885, 231). *Holthausen* (Génie civil, 22 avril 1893, p. 407).

(6) *Hayes. Hales* (Appleton's Cyclopœdia (Supp,, 347). *Letton* (Scientific Amer., 19 avril 1884, 248).

(7) *La Lumière électrique* (14 janvier 1893, p. 64), d'Almeyda (16 août 92, 29 juillet 1888). Au-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ques (1), hydrauliques (2) et hydro-électriques (3) : toute une technologie presque inconnue chez nous, et dont je ne puis ici qu'indiquer quelques sources (4).

On rencontrait à l'exposition de Chicago, à côté de pompes dont nous

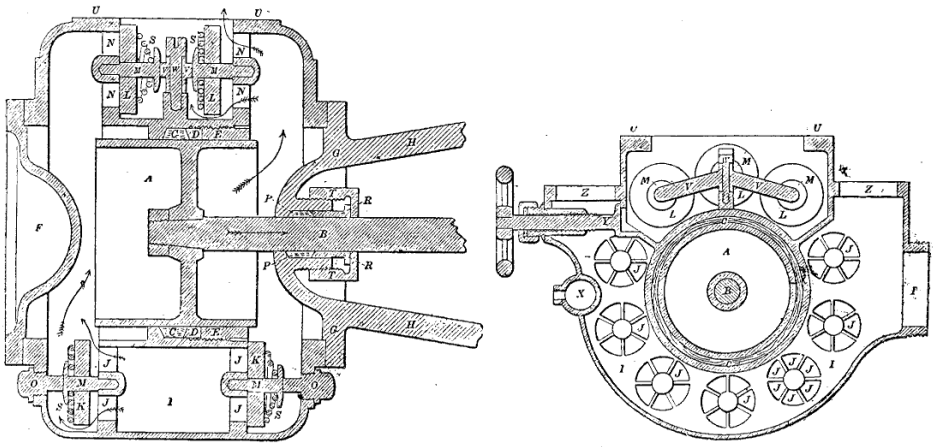


Fig. 82 et 83. — Détail de la pompe *Button*.

A, piston, à tige B, avec garniture C, serrée par D E-G H, fond reliant le cylindre de la pompe au cylindre à vapeur. K, soupapes d'aspiration I, à sièges en bronze, J, tiges M, vissées en O, et ressorts S. L, soupapes du refoulement U. P R T, garniture de C. L, clapets de refoulement, avec guide central U M. X, pompe alimentaire. Y, valve de retour à l'aspiration par Z Z.

venons de décrire quelques types, une grande variété de pompes à moteur ou à la main : pompes *domestiques* (5), pompes *de cale* à vapeur (fig 100 à 102)

tomatic Fire Service C°. Heat Alarm C° (5 déc. 1891, 457). Fire Alarm C° (9 déc. 1893, 464). Bernhardt (22 juillet 1893, 123). Egans (23 juillet 1892, 156), Firman. *Scientific American*, 31 mars 1890 : installation de Jersey City. *American Machinist* (29 janvier 1887), Id. de Ruthenburg.

(1) Analogues aux nôtres (*Revue industrielle*, 14 et 15 fév 1890, p. 68 et 69) mais plus volumineux, portés sur voitures ou sur des navires. Halloway Lindgren, Mahan (*Appleton's Cyclopædia*, supp. p. 259). Babcock (*Appleton's Cyclopædia*, vol. 1, p. 799). Granger (id., p. 800).

(2) *Revue industrielle*, 1er et 15 fév. 1890. *Chronique industrielle*, 31 juillet 1887. *Mechanical-Progress*, 21 avril 1888, p. 153. Journal de *La Meunerie*, février 1888, p. 167, mars 1889, p. 155. On évalue à plus de deux millions le nombre de ces appareils actuellement installés aux États-Unis. Leur fonctionnement est très sûr : d'après la statistique des Compagnies d'assurances, sur 514000 de ces appareils en fonctionnement pendant 5 ans, sous des pressions d'eau dépassant parfois 12 atmosphères, 58 seulement ont cédé à la pression, et 317 ont fui par suite d'accidents autres que le feu.

(3) *La Lumière électrique* (note 7, p. 764) : la plupart des avertisseurs signalés à la note 7 (p. 764) fonctionnent aussi comme extincteurs (*Scientific American* Supp., 25 oct. 1890, p. 12355).

(4) A citer encore les remarquables installations de *pompes sur bateaux* (*Scientific American*, 1er mars 1890. *Engineering*, 14 janvier 1887, 45).

(5) Notamment celles de *Gould* (*Revue industrielle*, 3 mars 1894, p. 81).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou à la main et souvent dérivées du type *Waterwitch* (1), pompes *de mines* (2) (fig. 102 et 103) souvent actionnées par l'électricité (3) ; mais la plupart de ces

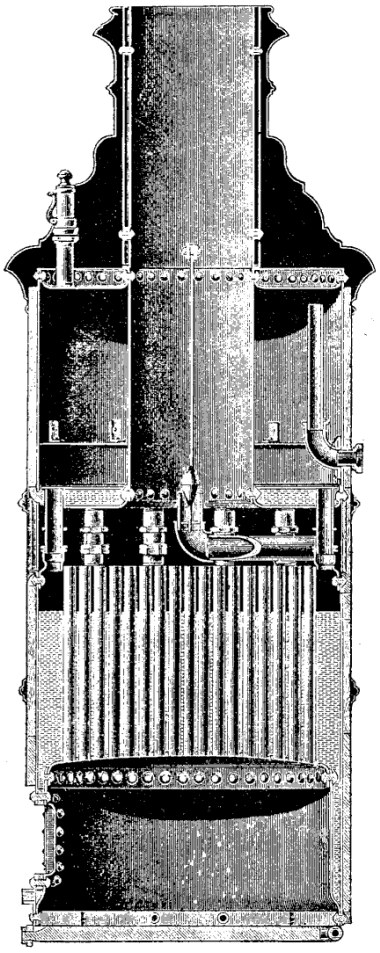


Fig. 84. — Chaudière *Button*.

(1) *Engineering*, 21 janv. 1884. p. 61 et Berthot « Traité de l'élévation des eaux, p. 173 ». *American Machinist*, 13 fév. 90, p. 5.

(2) Notamment celles de Downie à Valancia, de l'American Well C° à Chicago, de Cope et Maxvell à Hamilton (Berthot, traité de l'élévation des eaux, p. 215).

(3) Voir, dans *La Lumière électrique*, les pompes de l'Electrical Eng. C° et de Hall (24 mai 1890, p. 362). Goolden (3 oct. 1891, 26). Johnson (9 sept. 1893, 461). Jubilee Colliery (7 déc. 1892, 558). Merritt (3 mars 94, 410, et brevet américain, 524044 du 7 août 1894). Michaelis (12 oct. 1888. 55). Peacock (14 janv. 93, 61). Van Depoele (5 déc. 91, 555, 16 avril 92, 109). Waiti (7 juillet 94, 16).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appareils, dont il serait d'ailleurs impossible d'esquisser ici la monographie, ne présentaient en général rien de bien nouveau, ni dont il ne soit aisé de trouver l'équivalent chez nos constructeurs.

Je me bornerai à décrire avec quelque détail la pompe continue de *Hall*,

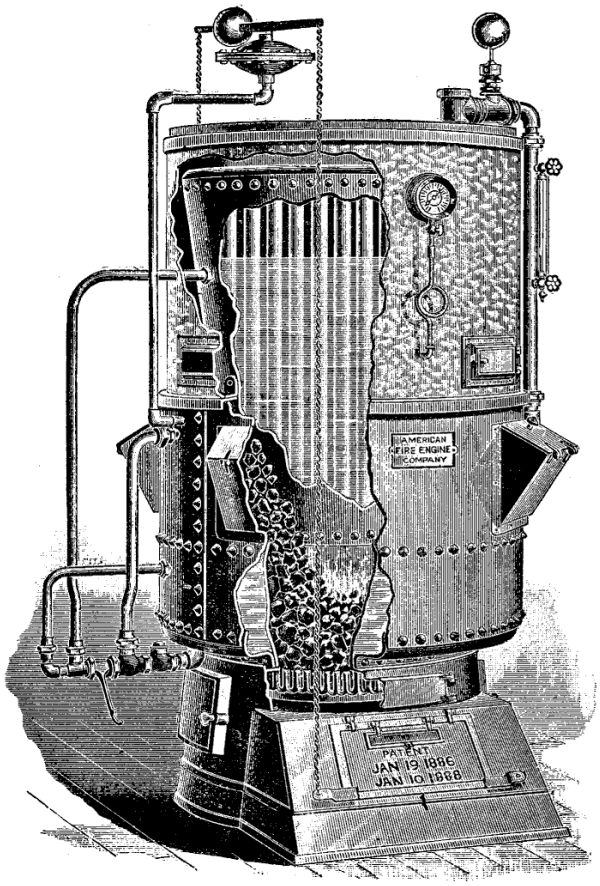


Fig. 85. — Réchauffeur calorifère d'eau d'alimentation de l'*American Fire Engine C°*. Diamètre, 1m,43; hauteur, 2m,15. Peut fournir de la vapeur à 170 mètres carrés de surface de radiateurs.

représentée par les figures 104 à 108, et qui est remarquable par l'ingéniosité de son mécanisme.

La pompe de Hall est (fig. 104 à 108) à deux pistons D et D', dont les tiges sont actionnées par les manivelles O et O', commandées, d'un même arbre J

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et de la même manivelle K, par les mécanismes analogues (L M N) (L′ M′ N′)

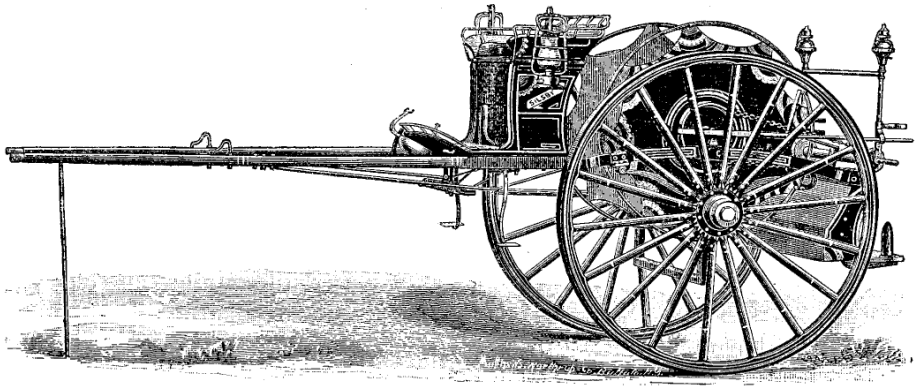


Fig. 86. — Chariot dévidoir de l'*American Fire Engine C°*.

dont la marche est indiquée sur le schéma fig. 107, où ces mécanismes,

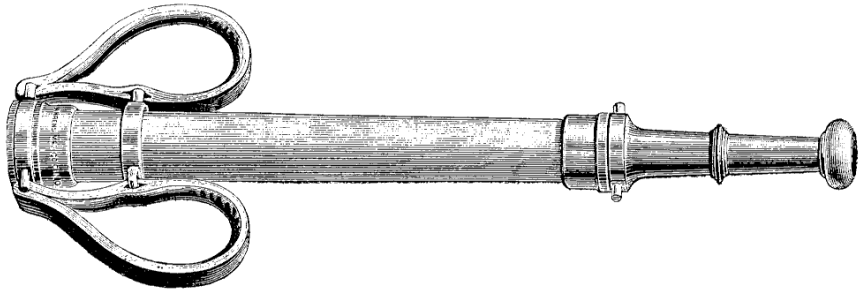


Fig. 87. — Lance à bourrelet de caoutchouc avec oreilles en cuir.

désignés par leurs axes, occupent les mêmes positions qu'en fig. 105.

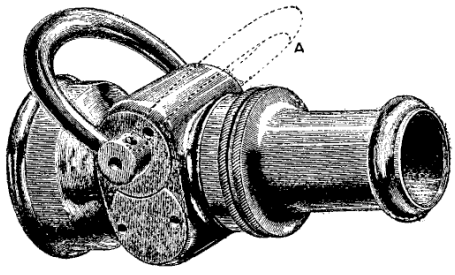


Fig. 88. — Robinet de lance fermant d'un coup du maillon A.

La manivelle K, tournant dans le sens de la flèche, se trouve alors au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

point O°. La bielle Lf du piston inférieur D occupe une position diamétrale,

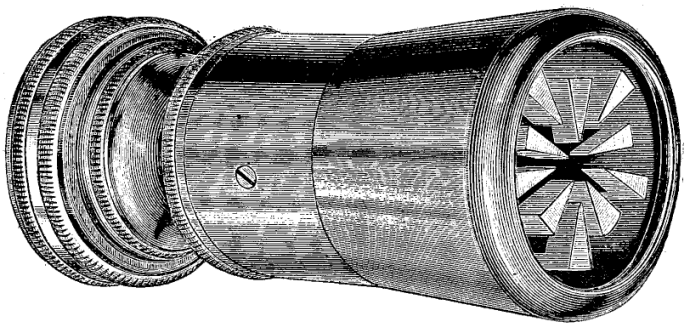


Fig. 89. — Jet multiple *Oyston*. En tournant l'anneau d'arrière, on coupe le jet à volonté par 5 ou 10 des coins indiqués à l'avant.

et elle amène son levier M N en M, après une rotation d'environ 115°, en

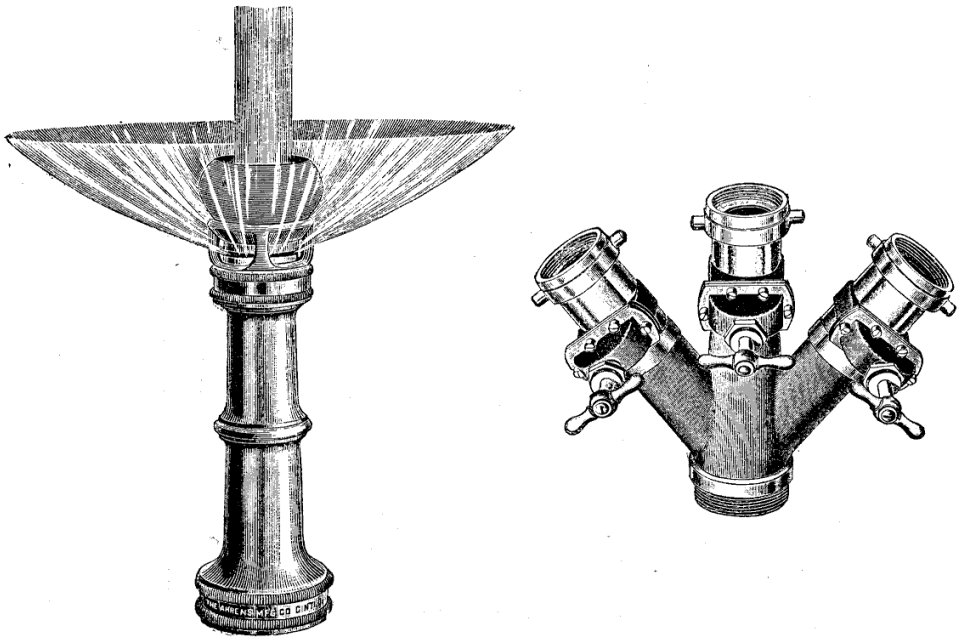


Fig. 90. — Jet mixte *Ahrens*, avec jet central unique entouré d'une nappe qui chasse la fumée. — Raccord triple.

faisant effectuer au piston D' sa course arrière ou d'aspiration, de droite à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gauche en fig. 108, en un tiers de tour de J, c'est-à-dire très vite. A l'extré-

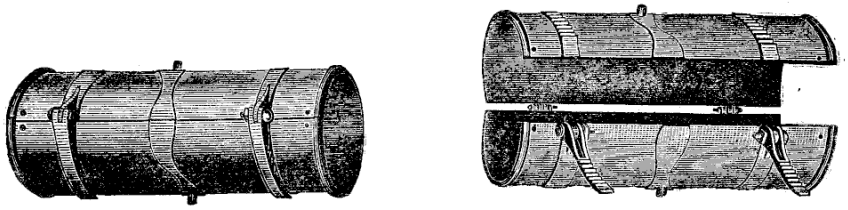


Fig. 91 et 92. — Bandage *Neely* à serrage par crémaillères.

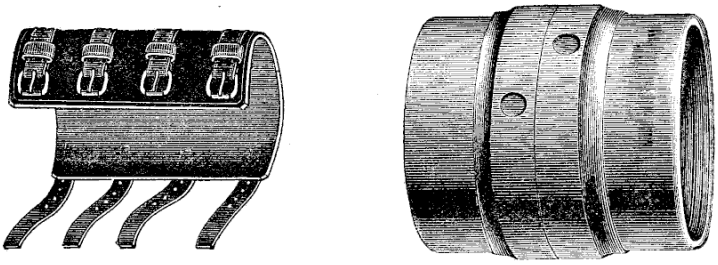


Fig. 93 et 94. — Bandage en cuir à courroies. — Raccord à vis.

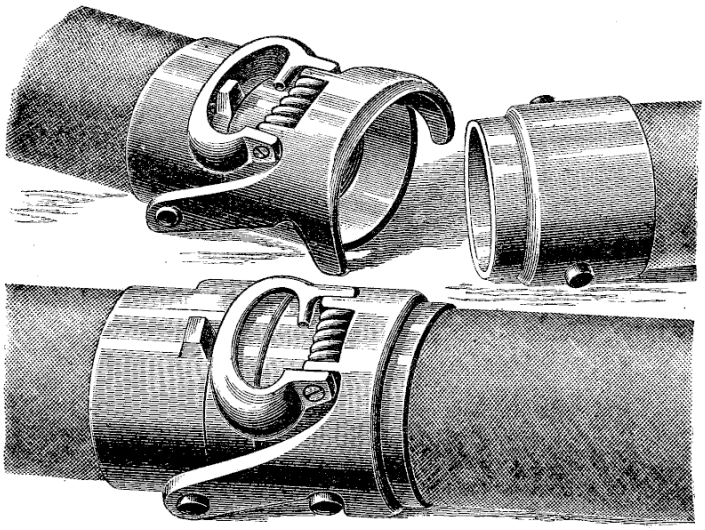


Fig. 95 et 96. — Raccord automatique de la *National Hose Coupling C°*.

mité de cette course, la bielle L occupe la position radiale L_2 (fig. 107) à partir de laquelle elle revient en arrière : son articulation f remontant l'arc x, en faisant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi effectuer au piston D sa course motrice avec une vitesse d'abord lentement croissante jusqu'à 140°, où elle atteint son maximum, et décroissante

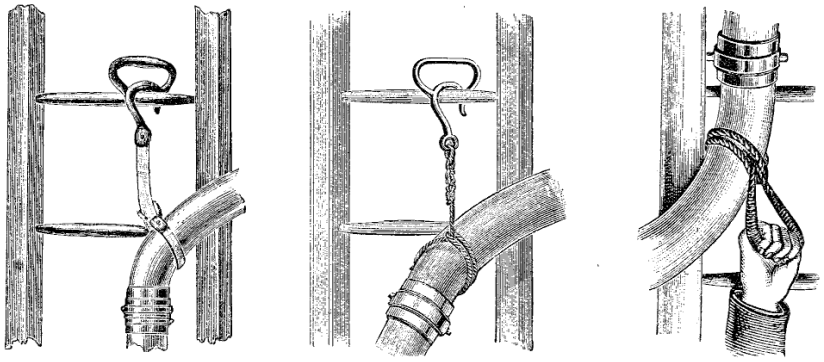
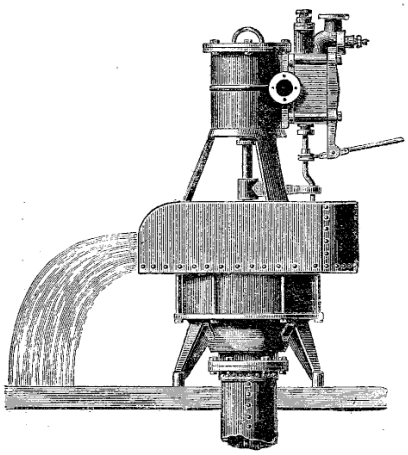


Fig. 97 à 99. — Suspensions aux échelles.



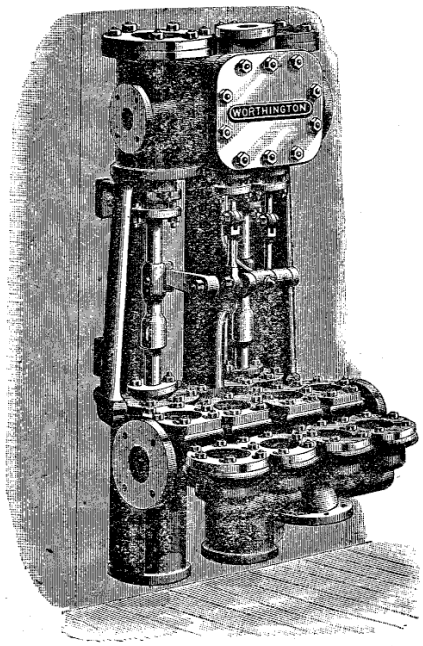


Fig. 100 et 101. — Pompe aspirante *Worthington* pour le renflouage des navires. Avec plongeur à clapet : faible course de 300 millimètres; grand diamètre : 840 millimètres; débit, 12 mètres cubes par minute. — Pompe *Worthington* type Amirauté. Très compacte, pour service de cale, alimentation de chaudières, etc. Diamètre des cylindres à vapeur 300 millimètres, des plongeurs 240. Course 250. Vitesse 50 à 90 coups par minute. Débit 1 300 à 2 400 litres par minute.

ensuite vers la fin de la course, comme l'indique la figure 108, pour s'annuler sans choc à 360°. La course motrice ou foulante du piston D s'accom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plit ainsi pendant que J fait $\frac{2}{3}$ de tours ; et, en outre, le moment moteur de K par rapport à N reste sensiblement invariable pendant les $\frac{3}{4}$ de cette course, condition évidemment favorable à la régularité de la marche. Les mouve-

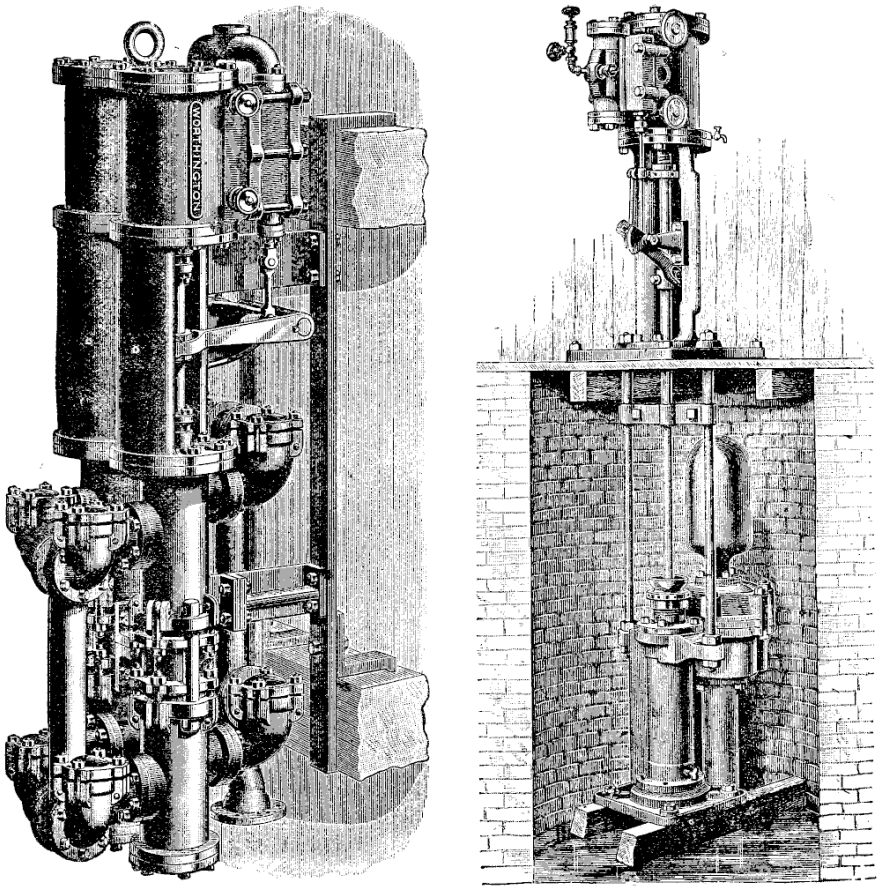


Fig. 102 et 103. — Pompe de sondage *Worthington* à double effet. Stuffing box extérieurs. Clapets accessibles. Diamètres des cylindres à vapeur, 150 millimètres ; des plongeurs, 115 ; course, 250 ; débit normal, 1 mètre cube par minute. — Pompe d'épuisement *Deane*.

ments de l'articulation f' du levier M', qui commande le piston supérieur D', sont évidemment, le long de l'arc x', les mêmes que ceux de f le long de l'arc x, mais déphasés, comme l'indique la figure 108, de manière que le refoulement se fasse d'une façon sensiblement constante ou continue (1).

(1) Comme dans les pompes de *Baillet et Audemar* (Haton de la Goupillière, cours d'exploitation des mines, vol. II, p. 323) et de *Pinetti* (Berthot, élévation des eaux, p. 206).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES APPAREILS DE LEVAGE

Les appareils de levage et de manutention employés aux États-Unis sont extrêmement nombreux et variés : leur monographie exigerait à elle seule un gros volume. Aussi, n'ai-je pu songer à présenter ici que quelques notes sur un petit nombre de ces appareils qui m'ont paru les plus intéressants, en

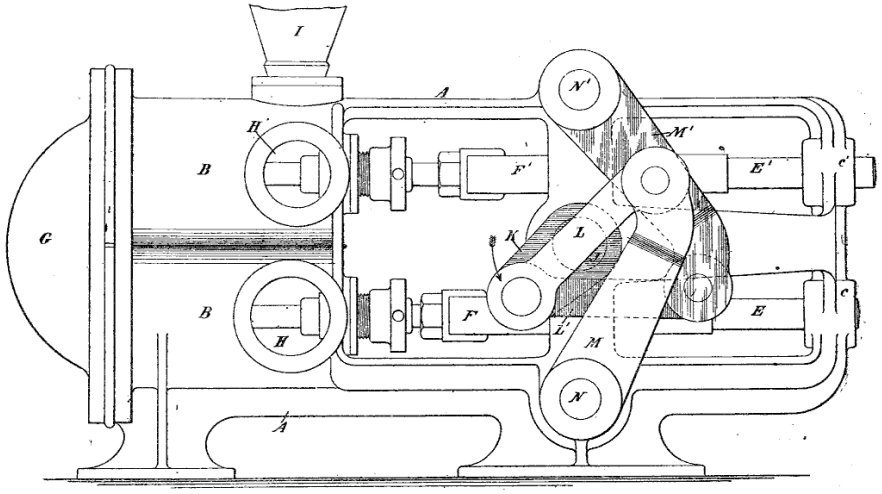


Fig. 104. — Pompe continue de *Hall*. Élévation du mécanisme. (Même légende qu'en fig. 105.)

omettant même certains appareils spéciaux, dont la description tant soit peu complète eût exigé un déploiement de planches et de croquis trop considérable (1).

(1) Comme, par exemple, les élévateurs, transbordeurs, convoyeurs... sur lesquels on pourra consulter utilement les documents suivants : Élévateurs a Chaines et godets. Catalogues de la *Jeffry Manufacturing C°* (Columbus) et de la *Link Belt Engineering C°* (Philadelphie). *Conveyor C°* (the Engineer, 24 fév. 1893, p. 170). *Dodge* (Scientific American, 28 nov. 1891, p. 338). *Hunt* (Génie civil, 14 avril 1894, p. 378). A. Hélices. *Robinson* (The Engineer, 1er juin 1894, p. 477). Pneumatiques *Dickhan* (Engineering, 14 juillet 1893, p. 59). *Samuelson* (The Engineer, 9 juin 1893, p. 498). Pour charbons. *Aerts* (*Revue Industrielle*, 12 novembre 1885, p. 453). *Rigg* (id. 3 janvier 1883, p. 43. et Scientific American, 24 fév. 1883, p. 111). Pour grains. (Génie civil, 13 octobre 1883, p. 619, Scientific. American suppl. 9 décembre 1893, p. 14596. Journal of the Association of Engineering Societies. Chicago, Déc. 1890, p. 584. Sanitary News, 12 novembre 1889. Engineering News, 7 avril 1883, q. 158). *Armour* (Scientific American, 24 oct. 1891). *Dow* (Engineering, 2 nov. 1883, p. 402). *Reany* (id., 8 déc. 1876, p. 524). *Watson* (Scientific American supp., 16 juillet 1883, p. 6203). Bordeaux, Liverpool (Génie civil, 1er juillet 1883 et vol. XII, p. 178). Canadian Pacific RR. (Trans Canadian Society of Civil Engineers, 1887, p. 24). Sur navires. *Mansfield* (Appleton's Cyclopœdia, vol. 1, p. 609 et brevet anglais 3734 de 1882). *Scott* (Génie civil, 15 sept. 1888).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les ascenseurs. — Les ascenseurs sont très répandus aux États-Unis, notamment dans les grands *Buildings*, qui ont jusqu'à vingt étages, et où ils sont absolument indispensables : ils constituent, en effet, la partie peut-être la plus immédiatement nécessaire de ces constructions, dont les services des différents paliers doivent être constamment desservis avec la plus grande activité. De là, comme, par exemple, à l'*Auditorium* et au *Masonic Temple*

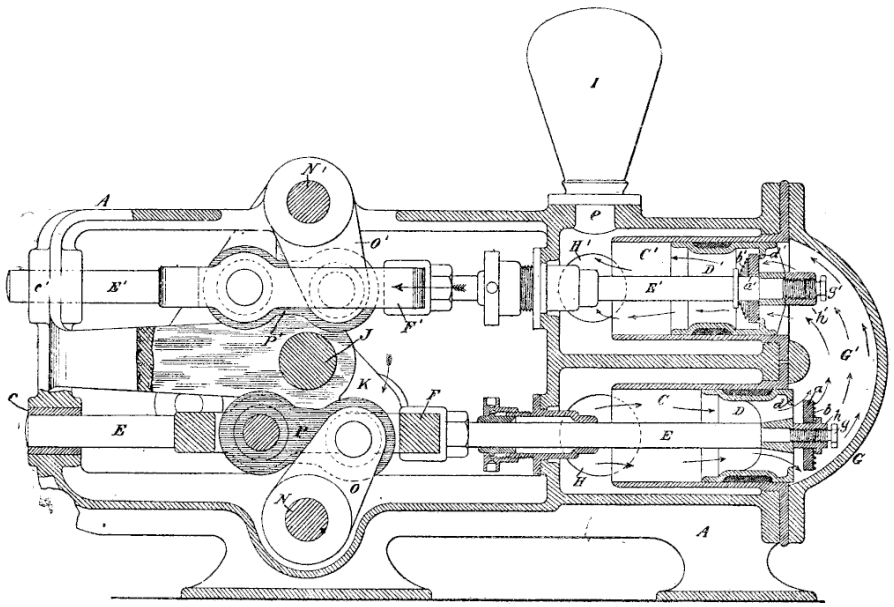


Fig. 105. — Pompe continue de *Hall*. Coupe par les cylindres.

D D′, deux pistons identiques, sauf l'inversion de leurs soupapes *a* et *a′*, *a′* sièges *d* et *d′*, et ressorts *b b′*, réglées par les vis *g g′*, à écrous *h h′*. E E′, tiges à manivelles O O′, guidées en *c c′*, dont les axes N et N′, articulés en P F, P′ F′, sont conjugués par le renvoi K L L′ M (fig. 106), de l'arbre moteur J. H, aspiration par *e*. — G G′ H′, refoulement par C′ *e*. I, réservoir d'air.

de Chicago, des batteries de 12 à 15 ascenseurs, constamment en marche, divisés en ascenseurs omnibus, s'arrêtant à tous les étages, et ascenseurs express, ne s'arrêtant qu'une fois ou deux, et tous marchant à des vitesses inconnues chez nous ; de 1^{m},50, 2 et même 3 mètres par seconde.

Ces vitesses, qui nous paraissent excessives, ne sont pas, en réalité, dangereuses, les accidents sont, en effet, excessivement rares (1), et dus, non à

(1) Grâce, en partie, aux compagnies d'assurances et d'inspection créées spécialement pour la surveillance de ces appareils. « *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, juin 1894. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la vitesse même de l'ascenseur, mais, le plus souvent, à quelque défaut de construction, principalement des guidages.

Les ascenseurs de beaucoup les plus employés aux États-Unis se divisent en deux grandes classes : les ascenseurs *électriques* et les ascenseurs *hydrauliques*.

Je n'insisterai pas sur les ascenseurs électriques : ils ont été, en effet,

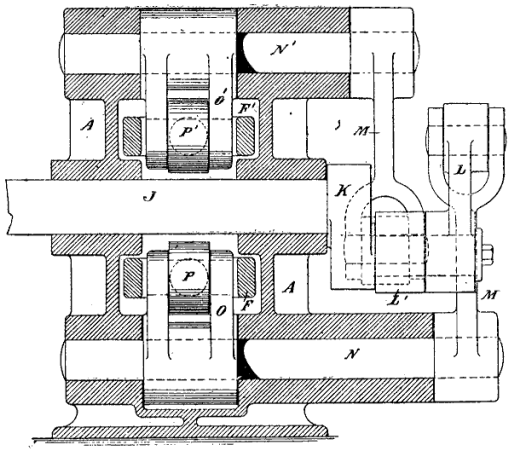


Fig. 106. — Pompe continue de *Hall*. Coupe par l'axe J. (Même légende qu'en fig. 105.)

pour la plupart, décrits en détail dans la presse technique française (1). Je

(1) Dans *La Lumière électrique*, les ascenseurs de Basset, Allen (3 mars 1894, p. 140, 14 janvier 1893, p. 62). Baxter (17 déc. 1892, 550). Clark (3 sept. 92, 455). Coyle (4 juin 1892, 456). Eickemeger (6 juin 91, 462). Electric Elevator C° (17 janv. 91, 121). Frisbie (7 juillet 94, 18). Herman (9 avril, 29 oct. 1892, 57, 203, 23 avril 93, 160. 7 juillet 94, 17). Hollock (12 janvier 89. 54). Léonard (9 avril 92, 59). Hudson (13 août 92, 309). Marshall (9 déc. 93, 459). Moore (22 juillet 93, 119). Neuburger (9 avril, 92, 60). Ongley (2 juin 94, 416). Otis (17 janvier, 6 juin 91, 123-459, 6 fév. 9 avril 92, 263, 63). Pewet et Peirce (9 déc. 93, 460 461). Pratt (4 janv. 92, 454). See et Tyler (25 fév. 93, 363). Smith (7 juillet 94, 19). Wright (3 sept. 92, 454). *Revue industrielle*, 5 déc. 1891 p. 481, ascenseur Otis. Pour les autres appareils de levage électriques, consulter *La Lumière électrique*. *Cabestan.* (Grimston, 4 juin 1892, p. 453) *Transbordeur* Chamberlain (17 janvier 1891, 12, *Treuils* Eickmayer (6 juin 91, 460). Crompton (3 oct. 91, 30). Electric Elevator C° (17 janv. 91. 121). Guyenet. Hopkinson (13 oct. 88, 53). Holrich (24 nov. 90, 633). Siemens (6 juin 91. 460). *Grues*, Atwood (5 août 93, 217). Buchin et Tricoche (2 nov. 89, 204). Morgan (22 juillet 93, 113). Siemens (23 juillet 92, 154). *Ponts roulants*. Bon et Lustrement (2 nov. 89, 204). Dujardin (17 janv. 91 116). Morgan (3 mars 94, 407). *Le Génie civil*, 31 déc. 1892, p. 130, 11 fév. 1893, p. 237. l'*Engineering* des 13 janv. et 29 déc. 1893, p. 55 et 780. *Revue Industrielle*, 2 février et 4 mars 1889, p. 48 et 173. 19 août 93, p. 321, 3 fév. 94, p. 41. *Revue Générale des Machines-outils*, janvier 1890, p. 100. *Portefeuille économique des machines*, août 1885, et les *ponts roulants électriques de Shan* (Brevets américains 528 616, 618 619, 620, 621 de 1894).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dirai seulement qu'ils se répandent de plus en plus, et que la préférence à

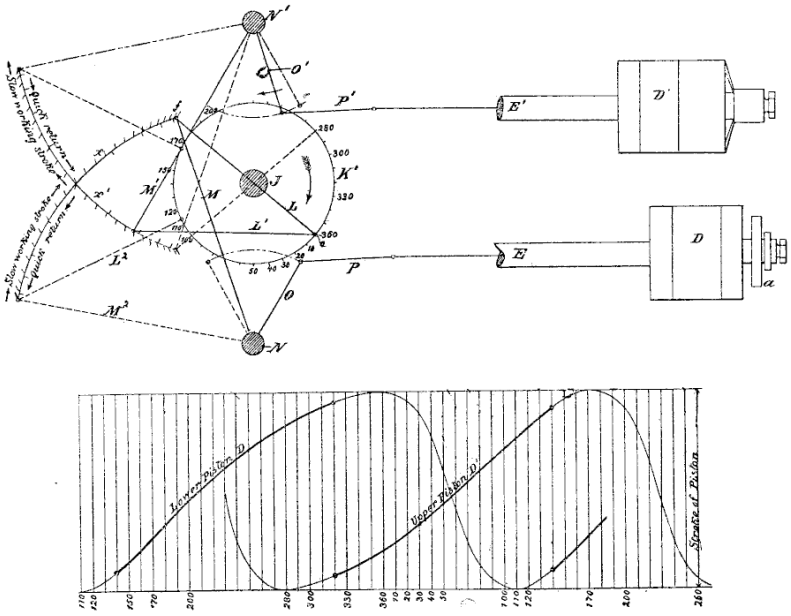


Fig. 107 et 108. — Pompe continue de *Hall*.

Schéma des mécanismes et courbes des vitesses des deux pistons D D'. x et x', arcs décrits par les articulations f et f', des manivelles M et M' avec L et L', rapidement dans le sens de la flèche marquée *Quick Return*. Puis lentement dans le sens de la flèche *Slow Working Stroke*. (Pour les autres lettres, voir la légende de la fig. 105 et le texte. Les courbes fig. 108 se rapportent respectivement aux pistons D inférieur, *Lower Piston*, et supérieur D' *Upper Piston*. On a porté en ordonnées les distances de ces pistons à leurs fonds de courses, et en abscisses les arcs correspondants de la circonférence décrite par l'articulation de L sur K (fig. 104).

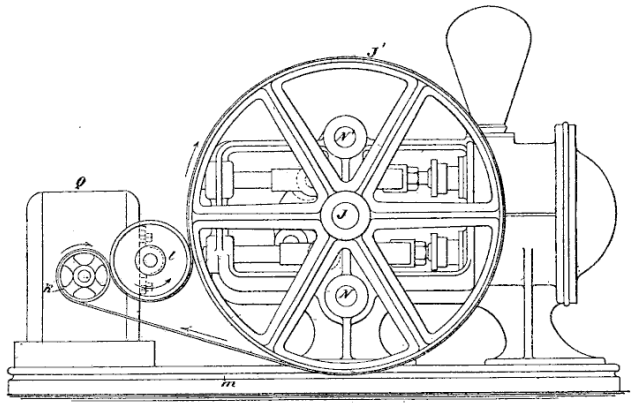


Fig. 109. — Pompe continue de *Hall* menée d'une dynamo Q, par la transmission de courroie RJ', à galet d'adhérence *l*.

leur donner sur les ascenseurs hydrauliques n'est plus qu'une question de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

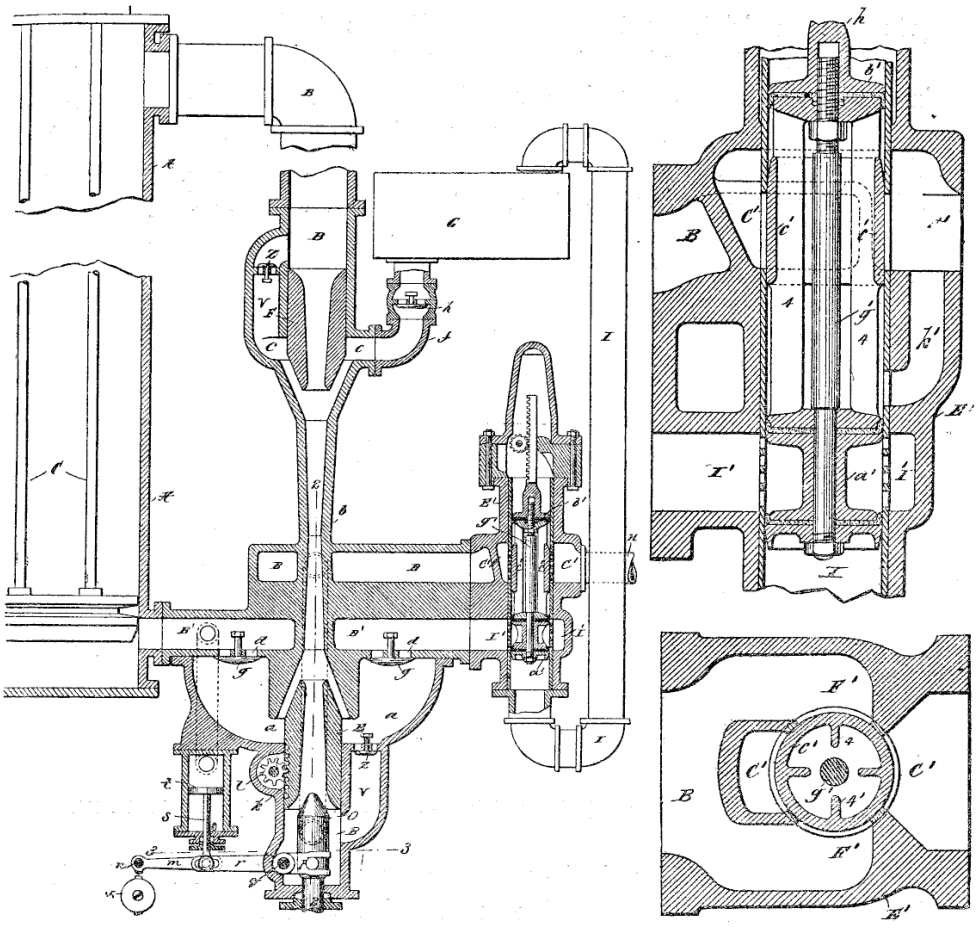


Fig. 110 à 112. — Économiseur *Otis*. Ensemble du système et détail du distributeur.

A, cylindre moteur constamment rempli d'eau agissant sur les deux faces de son piston, à tiges mouflées *c*, mises en communication par le tube de circulation B B′, communiquant par I′ et F′ avec la boîte du distributeur E′. H, arrivée de l'eau sous pression en C′. I, échappement du distributeur au trop-plein G. *h*, crémaillère manœuvrant par *g′* le distributeur *b′ c′ a′*. Quand on lève ce distributeur de manière à ouvrir *c′* sur H et I *a′* sur I, l'eau de H passe par B B′′ (fig. 113), E *b*, sur le piston A, aussi vite qu'elle s'échappe du dessous de A par B′ I′ I; et, si l'ascenseur est en pleine charge, ce piston descend assez lentement pour que la pression de l'eau refoulée par B′ I′, en I G, soit trop faible pour faire repasser une partie de cette eau au haut de A. Au contraire, quand la charge est faible, la résistance opposée en I′ au passage de l'eau rapidement refoulée par la descente du piston fait qu'une partie de l'eau d'échappement admise en *a*, par *d g*, est aspirée en *z v*, par la vitesse de l'eau admise de B B′′ en E, puis refoulée par cette eau en *b* B, au haut de A, sans aller en G. *t*, piston chargé par l'eau d'échappement E′, et dont la tige manœuvre l'aiguille O de l'éjecteur E par le levier *m r q*, à contrepoids de réglage. *n. l*, pignon permettant de régler l'éjecteur E. Pour descendre, on abaisse *g′*, de manière à ouvrir B et B′, ou les deux extrémités de A à l'admission H. Si l'ascenseur descend avec une grosse charge, l'eau sort de l'éjecteur F′ avec assez de vitesse pour aspirer, par *h*, une partie de l'eau de G, qui, refoulée par V *z* B, passe par *b* B B′, au bas de A, en économisant autant d'eau de H.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prix de l'électricité, car toutes les difficultés de détail, assez délicates et nombreuses, afférentes à leur installation et à leur exploitation véritablement industrielle, ont été successivement vaincues par une expérience pratique extrêmement étendue, de sorte qu'ils se conduisent et s'entretiennent aujourd'hui avec autant de facilité et de sûreté que les ascenseurs hydrauliques, principalement dans les *buildings*, qui disposent toujours du personnel

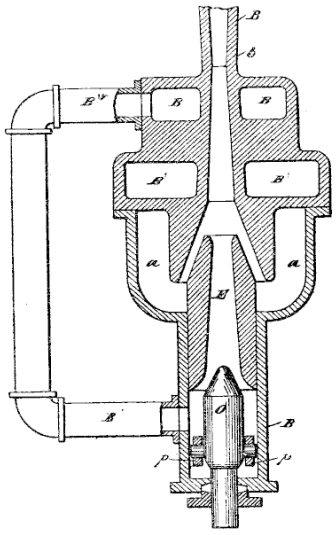


Fig. 113 et 114. — Économiseur *Otis*. Coupes 2-2 et 3-3 (fig. 110). (Même légende qu'en fig. 110.)

mécanicien et électricien indispensable pour la conduite de machineries dont la puissance dépasse parfois un millier de chevaux.

Les *ascenseurs hydrauliques* se distinguent en général des nôtres par l'absence de puits. Les ascenseurs sans puits, avec moufles hydrauliques plus ou moins dérivés de ceux d'Armstrong, n'ont pas cette apparence de sécurité absolue que donne la présence du piston sous la cabine : apparence qui peut être, comme l'ont démontré quelques accidents, notamment celui du Grand-Hôtel, absolument illusoire ; mais ils sont, en réalité, rendus, par l'emploi d'amortisseurs de choc, de régulateurs de vitesse, d'arrêts automatiques, de câbles et de parachutes de sûreté, tout aussi inoffensifs que nos ascenseurs à puits, alors que leur installation est beaucoup plus simple, surtout pour les grandes hauteurs, infiniment plus accessibles dans toutes ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parties, et se prête bien mieux aux grandes vitesses, qui s'imposent aux États-Unis.

Les ascenseurs hydrauliques les plus employés aux États-Unis sont ceux de la compagnie *Otis*, qui s'y comptent par milliers. Je ne décrirai pas ces ascenseurs, bien connus des ingénieurs français (1). Je me bornerai à

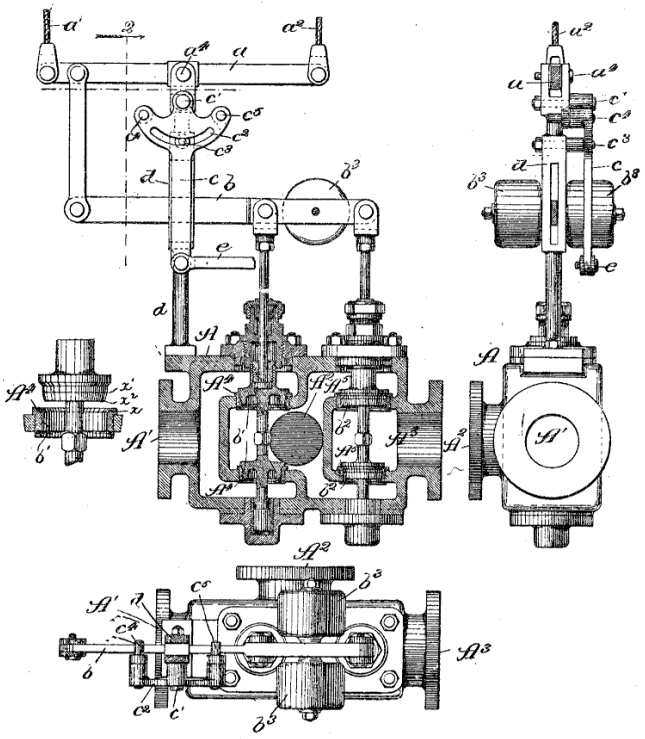


Fig. 115 à 118. — Manœuvre *Reichmann*. Détail des soupapes. Coupe verticale. Vue 2-2. Plan et détail d'un siège. (Même légende qu'en fig. 119.)

signaler l'un de leurs détails les plus ingénieux : leur *économiseur à circulation d'eau* (2).

(1) *Génie civil*, 5 déc. 1871, 13 janvier 1894 p. 73 et 167. *Annales industrielles*, 13 janvier 1892, p. 142. *Portefeuille économique des machines*, novembre 1886, p. 184, juillet 1893, p. 110. *Engineering*, 22 mai 1891, p. 613. Pour les détails de construction, consulter les brevets anglais de *Baldwin* (n° 2863 de 1878, 4105 de 1879 et 138 de 1880). *Reynolds* (n° 17053 de 1884). *Otis* (n°s 13 329 et 13 330 de 1884; 13 890 et 13 891 de 1888; 13 943 et 17 604 de 1889, 271 de 1890).

(2) Voir aussi, dans la *Revue industrielle* du 30 nov. 1889, p. 472, la description de l'économiseur *Prentiss*. et, dans l'*Engineer* du 13 juillet 1894, p. 39, celle de l'économiseur *Carey*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures schématiques 110 à 114 permettront de comprendre le fonctionnement fort ingénieux de ce système.

Le cylindre A du moufle d'Armstrong dont la poulie commande l'ascenseur est constamment rempli d'eau agissant d'une façon différentielle sur les deux faces de son piston, mises en communication par le tube de circulation B B, qui communique aussi par les lumières I' et F' (fig. 112) avec le

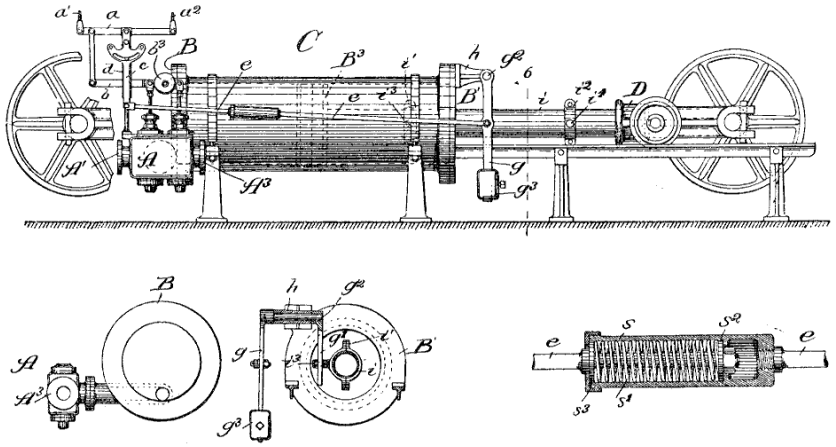


Fig. 119 à 121. — Ascenseur *Reichmann*. Ensemble du cylindre moteur. Elévation. Vue d'arrière B, vue 6-6, et détail du ressort S.

C, cylindre moteur du moufle, à boîte de distribution A (fig. 115), et à manœuvre a_1 a_2. Quand on tire a', on ouvre par b, en faisant pivoter le levier a, autour de a_4, la soupape b', qui admet par A', A_4 A_2, l'eau sous pression en B, où elle pousse le piston B_3 de manière à faire monter l'ascenseur. Pour arrêter, on tire a_2 de manière à refermer le distributeur, comme en fig. 115. Pour descendre, on tire encore a^2, de manière à ouvrir les soupapes b_2, qui laissent l'eau s'échapper par A_2 A_3. b_3 (fig. 115), contrepoids refermant le distributeur et arrêtant l'ascenseur en cas de rupture de la corde de manœuvre a_1 a_2. i_4 i_3, taquets de la tige c', qui, au fond de la course de B_3, repoussent malgré le pendule g_3 g g_2 h, la tringle e, de manière à fermer le distributeur par la poussée sur le levier a (fig. 115), des taquets c^4 ou c_5 du levier c c', dont la course est limitée par le taquet c_3, coulissé dans c_2, et fixé en d. s (fig. 121), ressort à butée s_3, relié à la partie droite de la tringle e, et fixé par s^2 à la partie gauche, rompant ainsi la tringle e, de manière à permettre au piston B_3 de dépasser légèrement les courses fixées par c^3 sans fausser e.

distributeur équilibré E'. L'eau sous pression, amenée par le tuyau H, arrive au distributeur par C', et l'échappement du distributeur se fait par I au réservoir de trop-plein G. Quand on monte la valve a' de manière à ouvrir cet échappement, c', solidaire de a', ouvre H de manière à laisser l'eau sous pression pénétrer dans le haut du cylindre A aussi vite qu'elle s'échappe du bas, sans bruit, et la cabine de l'ascenseur s'élève. Pour descendre, on abaisse a', c', de manière à fermer I et à ouvrir C' F' et I', de sorte que l'eau passe, par B, F', I', B, du haut au bas du cylindre, avec une vitesse dépendant de la charge de l'ascenseur et de l'ouverture du distributeur : le tuyau H fournissant en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même temps le supplément d'eau correspondant au volume des tiges C C du piston de A.

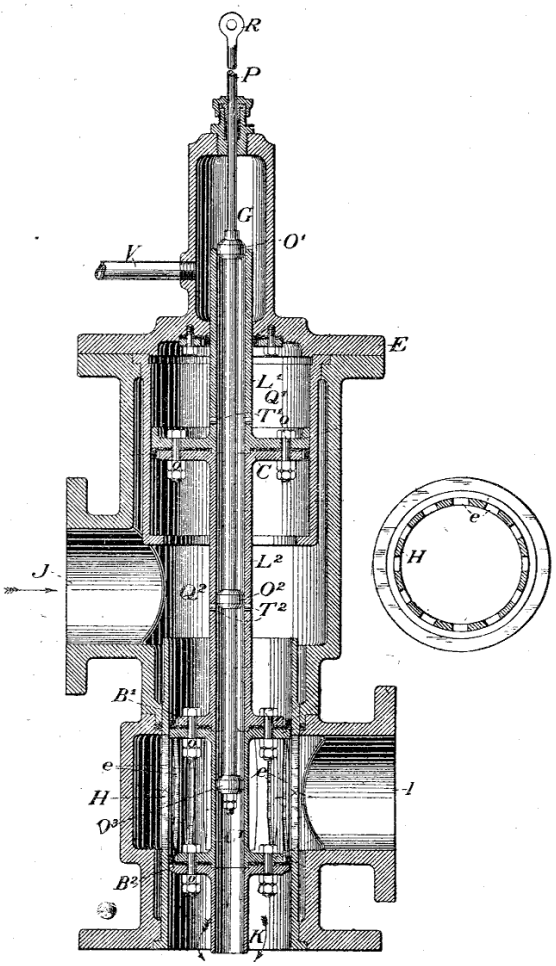


Fig. 122 et 123. — Distributeur de *Hall*. Coupe verticale et coupe horizontale par la lanterne H.

J, arrivée de l'eau sous pression dans le compartiment médian Q_2, fermé par les pistons B et C. I, admission au cylindre de moteur. K, échappement. P, distributeur auxiliaire à trois pistons $O_1\,O_2\,O_3$. Quand on abaisse P par la tringle de manœuvre articulée en R, O_2 admet, par $T_2\,L_2\,T_3$, l'eau sous pression sur C, de manière que le distributeur principal C B_1 B_2, descende, et laisse l'eau sous pression pénétrer en I, par les trous *e* de la lanterne H, et l'ascenseur monte. Pour arrêter ou descendre, on lève P, de manière à ouvrir O_1, de sorte que l'eau enfermée en Q_1 s'évacue par $T_1\,L_1\,O_1\,V$, et que l'excédent de la pression de l'eau de Q_2, sur le piston C, plus grand que B, soulève le distributeur principal jusqu'à ce qu'il referme automatiquement O_1, ce qui se produit, suivant la grandeur de la levée de P, soit quand le distributeur a repris sa position d'arrêt, soit quand il est remonté suffisamment pour ouvrir par B_2 l'échappement de I en K.

Quand la cabine de l'ascenseur monte en pleine charge, le piston de A

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

descend avec une lenteur telle que la pression de l'eau renvoyée par B' I' à l'échappement I et au réservoir G est trop faible pour déterminer un refoulement partiel de cette eau au haut du cylindre A ; mais, si la charge est faible, le piston descendant plus vite, la résistance de l'étranglement I' fait qu'une partie de cette eau d'échappement, admise par Z V à l'injecteur E, aspire en *a*, puis refoule en B un volume d'eau d'autant plus grand que la charge de l'ascenseur est moindre : volume qui retourne ainsi du haut au bas du cylindre, et se trouve économisé. De même, dans la descente avec pleine charge, une

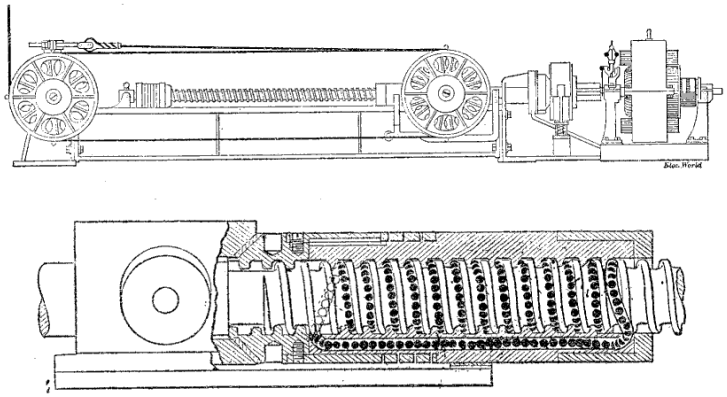


Fig. 124 et 125. — Ascenseur à commande par vis à moufle et à écrou *Lieb*. Ensemble de la commande électrique de la vis et détail de l'écrou.

partie de l'eau passe du haut du cylindre A, par *h*, en réserve dans le réservoir G.

Enfin, le réglage automatique de l'injecteur E s'opère au moyen du piston *t*, soumis à la pression de l'échappement du cylindre A, et qui étrangle E, par O, d'autant plus que cette pression est plus considérable.

Ainsi que nous l'avons dit, le moteur des ascenseurs hydrauliques est presque toujours constitué par un moufle d'Armstrong horizontal ou vertical, suivant les convenances de l'emplacement dont on dispose. Ce moufle est pourvu d'une distribution à manœuvre équilibrée, avec taquets arrêtant automatiquement l'ascenseur aux extrémités de sa course ou en cas de rupture des cordes de manœuvre. Comme exemple, je citerai la manœuvre de *Reichmann*, représentée en détail par les figures 115 à 119, et qui fonctionne comme il suit :

Pour faire monter l'ascenseur, on tire (fig. 115) la corde *a'*, qui ouvre par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b, en faisant osciller a autour de a_4, la paire de soupapes équilibrée b', de manière à admettre par $A' A_2$ l'eau sous pression à l'arrière B du cylindre C

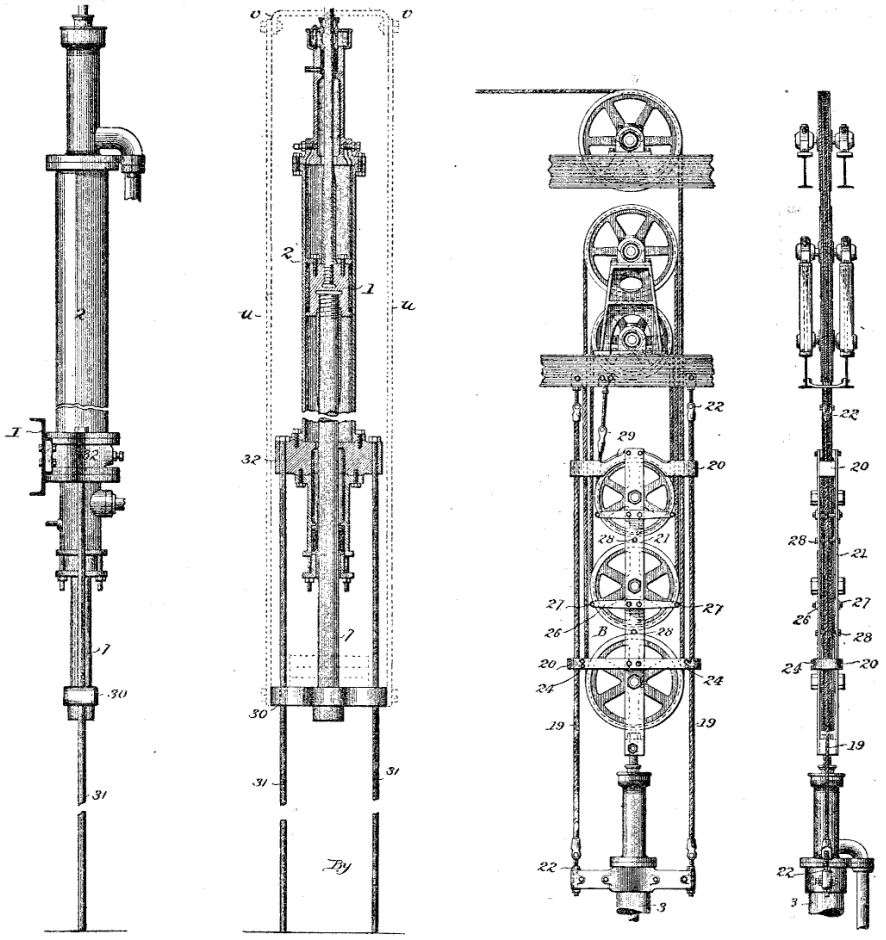


Fig. 126 à 129. — Mouflage à commande hydraulique *Regnolds*.
Vue latérale et coupe verticale du cylindre moteur, et détail du moufle.

2. Cylindre moteur, à tige de piston 3, articulée au cadre 21 28 du moufle B, guidé en 20-24 sur les cordes 19, 19 du croisillon 22, et pourvu d'un couvre-poulie 29. — 31-31. Guides du croisillon de la tige compensatrice 7, (Pour les autres lettres, voir la légende de la fig. 130.)

(fig. 119); pour arrêter l'ascenseur, on tire a_2 de manière à refermer le distributeur, comme en fig. 115; pour descendre, on tire a_2 de manière à ouvrir les soupapes b_2, qui laissent l'eau s'échapper par $A_3 A_2$ du cylindre C, sous le rappel de la charge.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En cas de rupture de la corde de manœuvre a_1, a_2, le contrepoids b_3 ferme automatiquement le distributeur, et arrête l'ascenseur.

Quand l'ascenseur arrive aux extrémités de ses courses, les taquets i_4 i_3,

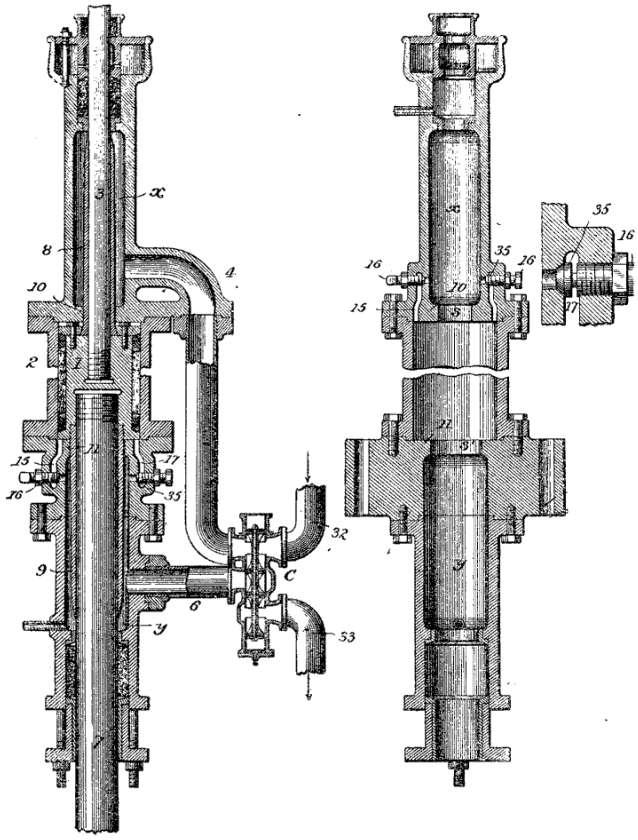


Fig. 130 à 132. — Mouflage *Reynolds*. Détail de la distribution.

3, tige du piston moteur 1, prolongée par une tige compensatrice 7. Pour monter, on admet, par C, l'eau sous pression de 32, suivant 4 et x, au-dessus du piston 1, pendant que l'eau du dessous de ce piston s'évacue par y 6 C et 33. Pour descendre, le piston 1 refoule l'eau qui le charge, partie par x 4 C, en 6, et partie en 32, dans le rapport des diamètres de 3 et de 7. 8 et 9, douilles des tiges 3 et 7, dont l'extrémité tronconique ferme graduellement, en s et en s', la circulation de l'eau de x à y, pour ne plus la laisser ensuite circuler que par les canaux 15 15, à vis de réglage 16, dont l'une (fig. 132) règle, en 17, la levée du clapet de retenue 35.

de sa tige i (fig. 119) repoussent la tringle e, malgré le pendule g, de manière à fermer le distributeur par la poussée sur a des taquets c_4 ou c_5 (fig. 115) du levier c, pivoté en a_4. La course de ce levier est limitée par le taquet c_3, et la tige e se trouve (fig. 122) rompue par un ressort s, permettant au piston B_3 de dépasser légèrement les courses correspondant à cette limite sans fausser e.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, les soupapes sont pourvues (fig. 118) d'une portée droite x', disposée de manière que leurs ouvertures et fermetures s'opèrent graduellement, sans chocs des mécanismes.

La plupart de ces distributeurs sont, comme ceux d'Otis, cylindriques et équilibrés, ou, pour les grands appareils, manœuvrés par l'eau sous

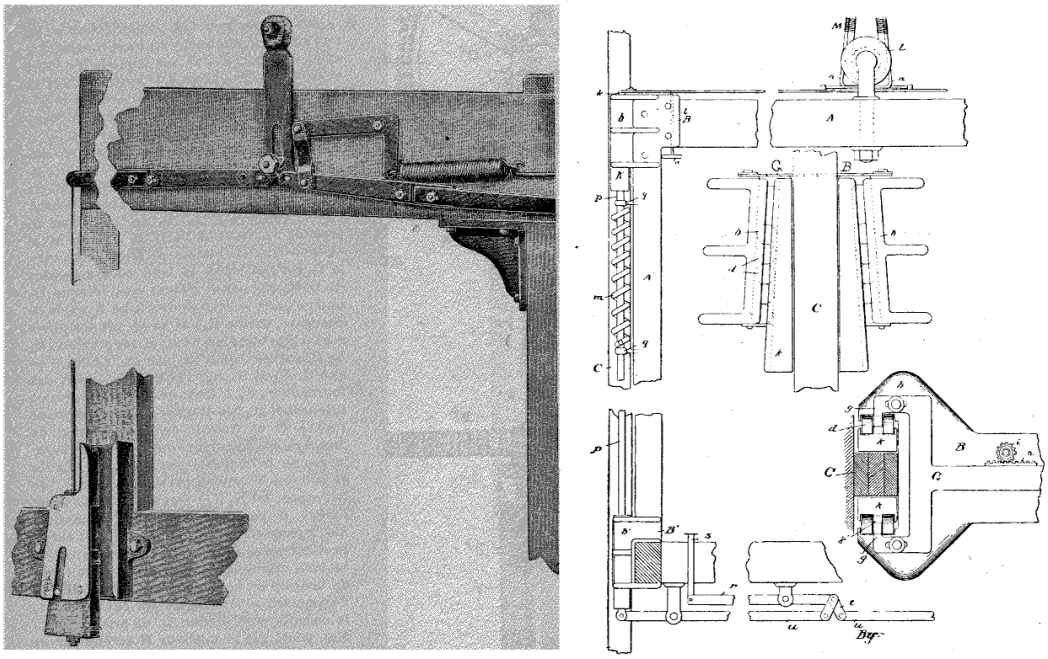


Fig. 133 à 137. — Parachutes *Frisbie* et *Coyle*.

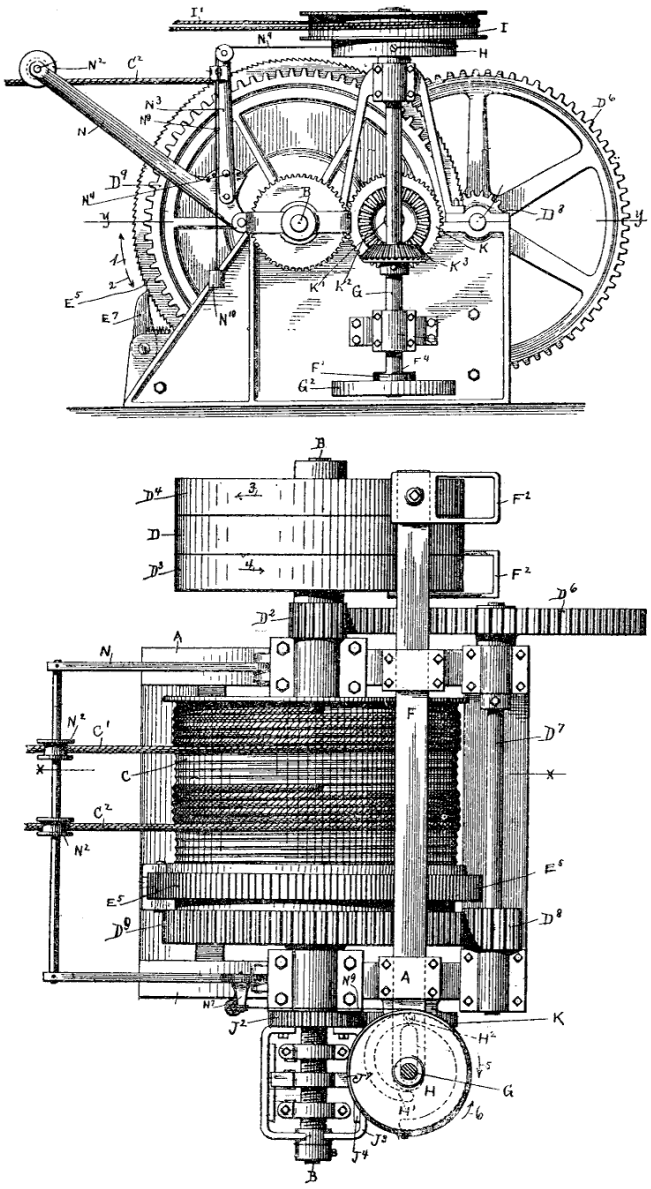
Fig. 135 à 137 parachute *Coyle*.— Ensemble d'une moitié du parachute et détail du serrage; *g g* verrous de la tringle G qui, normalement appuyés sur les haut des coins *k*, les empêchent de se lever sous l'impulsion des ressorts *m*, agissant sur leurs tiges *p* guidées en *q*; *n n* attache des tringles G aux deux brins de la corde de levage M, passée sur la poulie L; C guides du coins *k*; B boîtes à glissières *b b*, avec galets *d* enveloppant les coins *k*; *s*, pédale permettant de manœuvrer par *t u u* les tiges *p*, en cas de raté des ressorts *m*.

pression au moyen d'un petit distributeur auxiliaire équilibré; comme exemple, je citerai le distributeur de *Hall* (fig. 122) qui fonctionne comme il suit :

Dans la position figurée, l'eau sous pression, amenée par J, remplit le compartiment Q_2, et le compartiment fermé Q_1 est rempli d'eau qui maintient la valve B_1 B_2 dans la position correspondant à arrêt de l'ascenseur, où elle forme à la fois l'admission I et l'échappement K.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour monter, on abaisse la tige P du distributeur auxiliaire, de manière



B, arbre du tambour C, à poulies folles D_1 D_4 tournant constamment en sens contraire 3 et 4, et poulie fixe D, sur laquelle les fourches F_2 F_2 font alternativement passer la courroie ouverte de D_4 puis la croisée de D_3. D_2 D_6 D_7 D_8 D_9, train d'engrenages commandant le tambour C par le plateau F_9 E_2 (fig. 143) fou sur B, et en prise par ses griffes E_4 avec celles E_3 du tambour C, disposé de manière que, par le glissement de leurs plans inclinés *a* et *b*, elles rapprochent ou éloignent (fig 143) F_9 de C, suivant le sens de la rotation de B, et serrent ainsi ou desserrent le plateau de friction E_5 entre la face E_6 de F_9 et le fond correspondant de C. E_7 (fig. 138), cliquet qui, lorsque D_6 tourne dans le sens de la flèche 2, ou de la descente, arrête E_3, de sorte que les plans *a* et *b* (fig. 143) éloignent ou rapprochent E_3 de C, suivant qu'il va plus ou moins vite que C. F1 et F (fig. 139 et 141), barres des fourches F_2 F_2, à boutons F_4, pris dans les rainures H' H_2 des disques H et G_2, calés sur l'arbre G, et tracées en sens inverse, de manière que la rainure de G_2 attaque F par sa partie hélicoïdale pendant que celle de H attaque F' par sa partie circulaire ou de repos. K' K_3 K_3, pignons commandant l'arbre G par le changement de marche automatique à écrou J_7 (fig. 144) fileté sur le prolongement J de B, et mobile entre les taquets réglables J_8 et J_9, qui, aux fonds de courses de la cabine, arrêtent l'écrou J_7 de manière qu'il entraîne par ses butées J_{10} le cadre J_3 et le pignon j_2, en prise avec K. N_{10}, poids que le tambour H amène sur sa corde N_9 (fig. 138) quand il tourne dans le sens de la flèche 5, correspondant à la descente, au contact du taquet N_7 du levier N_3N, maintenu levé par la tension du câble de levage C_1 C_2, de sorte que, en cas de relâchement de ce câble, la corde N_2, entraînée par le levier N_3 N, ramène le disque H dans la position d'arrêt du treuil. H', corde commandant à la main l'arbre G.

Fig. 138 et 139. — Treuil *Dean*. Élévation et plan.

à ouvrir par O_2 les orifices T_2 qui, admettant, par L_2 T_1, l'eau sous pression en Q_1, permettent au distributeur de descendre sous la pression de l'eau

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur B_1 de manière à ouvrir l'admission par *e*I. A la fin de ce mouvement, de même longueur que celui de P, O_2 a repris par rapport à T_2 la position figurée, de sorte que le distributeur se maintient dans sa nouvelle position.

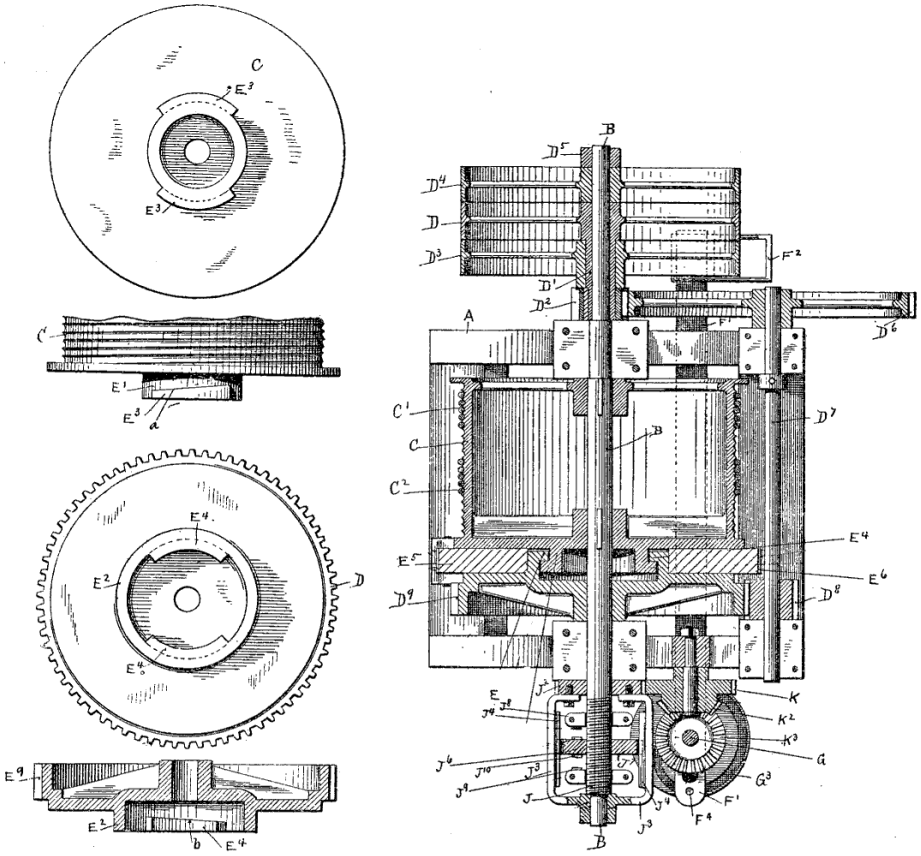


Fig. 140 à 144. — Treuil *Dean*. Détail de l'embrayage E_9 et coupe *y y*, fig. 138.

B, arbre du tambour C, à poulies folles D_3 D_4, tournant constamment en sens contraire 3 et 4, et poulie fixe D, sur laquelle les fourches F_2 F_2 font alternativement passer la courroie ouverte de D_4, puis la croisée de D_3. D_2 D_5 D_7 D_8 D_9, train d'engrenages commandant le tambour C par le plateau E_9 E_2 (fig. 143) fou sur B, et en prise par ses griffes E_4 avec celles E_3 du tambour C, disposé de manière que, par le glissement de leurs plans inclinés *a* et *b*, elles rapprochent ou éloignent (fig. 143) E_9 de C, suivant le sens de la rotation de B, et serrent ainsi ou desserrent le plateau de friction E_5 entre la face E_6 de E_9 et le fond correspondant de C. E_7 (fig. 138), cliquet qui, lorsque D_6 tourne dans le sens de la flèche 2 ou de la descente, arrête E_8, de sorte que les plans *a* et *b* (fig. 143) éloignent ou rapprochent E_9 de C, suivant qu'il va plus ou moins vite que C. F_1 et F (fig. 139 et 144), barres des fourches F_2 F_2, à boutons F_4, pris dans les rainures H' H_2 des disques H et G_2, calés sur l'arbre G, et tracées en sens inverse de manière que la rainure de G_2 attaque F par sa partie hélicoïdale pendant que celle de H attaque F' par sa partie circulaire ou de repos. K' K_2 K_3 pignons commandant l'arbre G par le changement de marche automatique à écrou J_7 (fig. 144) fileté sur le prolongement J de B, et mobile entre les taquets réglables J_4 et J_9, qui, aux fonds de courses de la cabine, arrêtent l'écrou J_7 de manière qu'il entraîne par ses butées J_{10} le cadre J_3 et le pignon j_2, en prise avec K. N_{10}, poids que le tambour H amène par sa corde N_9 (fig. 138) quand il tourne dans le sens de la flèche 5, correspondant à la descente, au contact du taquet N_7 du levier N_2 N, maintenu levé par la tension du câble de levage C_1 C_2, de sorte que, en cas de relâchement de ce câble, la corde N_8, entraînée par le levier N_3 N ramène, le disque H dans la position d'arrêt du treuil. II', corde commandant à la main l'arbre G.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour arrêter la montée ou descendre, on lève P de manière à ouvrir O_1 et à permettre à l'eau enfermée en Q_1 de s'évacuer par $T_1 L_1 O' V'$; le distributeur $B_1 B_2$ monte alors, par suite de l'excédent de la pression sur $C^2 B_3$, jusqu'à la fermeture automatique de O', qui se produit soit quand $B > B^1$ a repris la position figurée, correspondant à l'arrêt, soit quand il est remonté suffisamment pour ouvrir l'échappement par I *e* K.

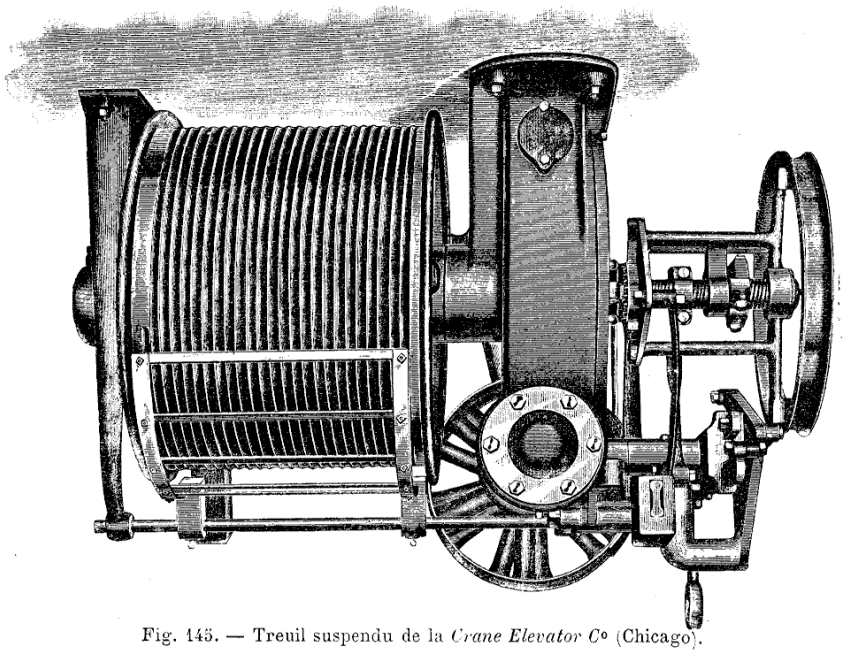


Fig. 145. — Treuil suspendu de la *Crane Elevator C°* (Chicago).

Le troisième piston O_3 du distributeur auxiliaire n'a pour effet que d'assurer l'équilibrage permanent de la tige P. La rapidité des mouvements du distributeur est réglée par le débit des orifices T_1 et T_2. Enfin, les mécanismes sont très accessibles, puisqu'il suffit, pour les retirer, d'enlever le couvercle E.

Parmi les commandes originales du mouflage des ascenseurs, je citerai la commande par vis et écrou à billes de *Lieb* (fig. 124), plus spécialement applicable aux ascenseurs électriques. C'est un exemple intéressant de l'emploi fréquent et souvent heureux que l'on fait, aux États-Unis, des mécanismes à roulement de billes ou de galets, sur lesquels nous reviendrons dans une autre partie de ce mémoire. Ainsi qu'on le voit sur la figure 125, la crosse du moufle est mue par un écrou à circulation de billes, avec écrou de sûreté sur lequel elle est simplement appuyée par le poids de la cage ; la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

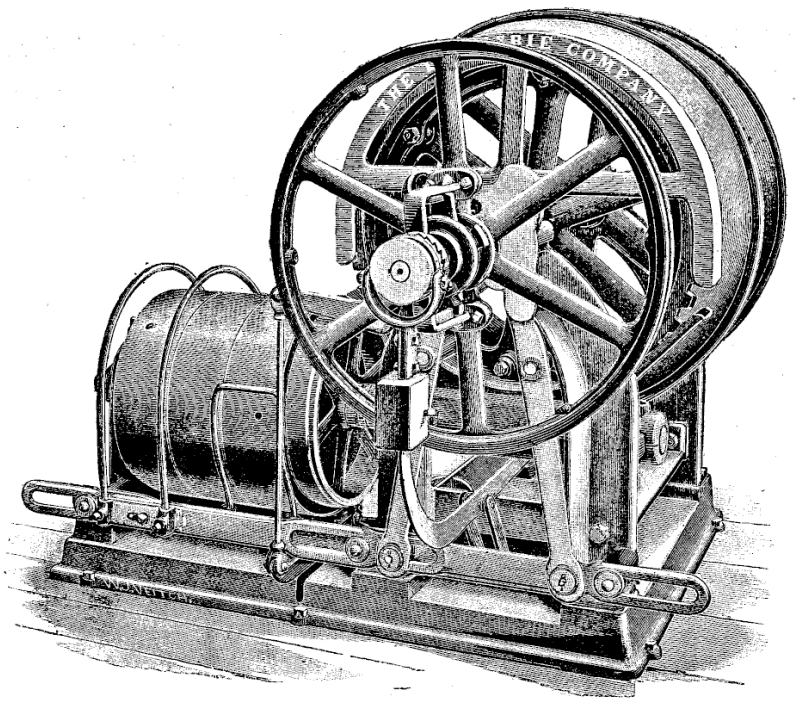


Fig. 146. — Treuil *Frisbie*.

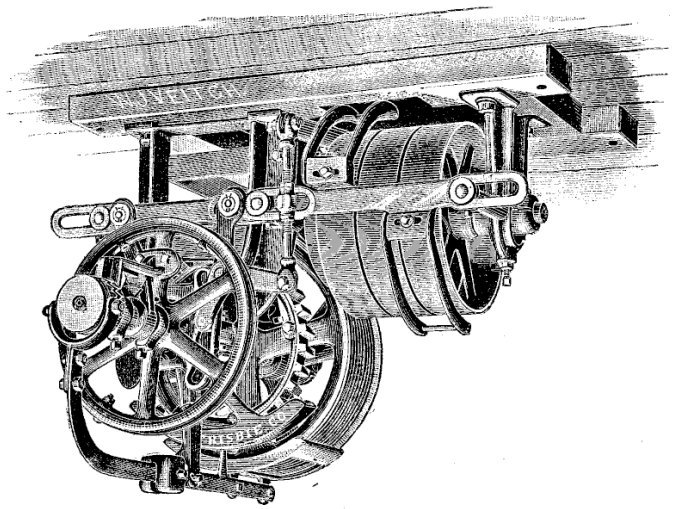


Fig. 147. — Treuil suspendu *Frisbie*. Poulies de $1^{m} \times 160$ millimètres. Vitesse 270 tours. Vitesse de la montée : $0^{m},30$ par seconde pour des charges allant jusqu'à 2 000 kilos. Encombrement $990 \times 1^{m},40$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

butée de la vis est également reçue par un cercle de 220 billes d'acier roulant sur des plateaux d'acier très dur ; la vis en acier a son filet trempé très dur. Les billes, de 13 $^{m}/_{m}$ de diamètre, peuvent supporter sans s'écraser une pression de 15000 kilogr., on évalue à 50 kilogr. environ la pression qu'elles supportent en service courant. Leur frottement est très faible, et elles durent des années.

En cas de rupture de l'écrou à billes, c'est l'écrou de sûreté qui entre immédiatement en prise ; et comme il est taillé de manière à exercer sur la

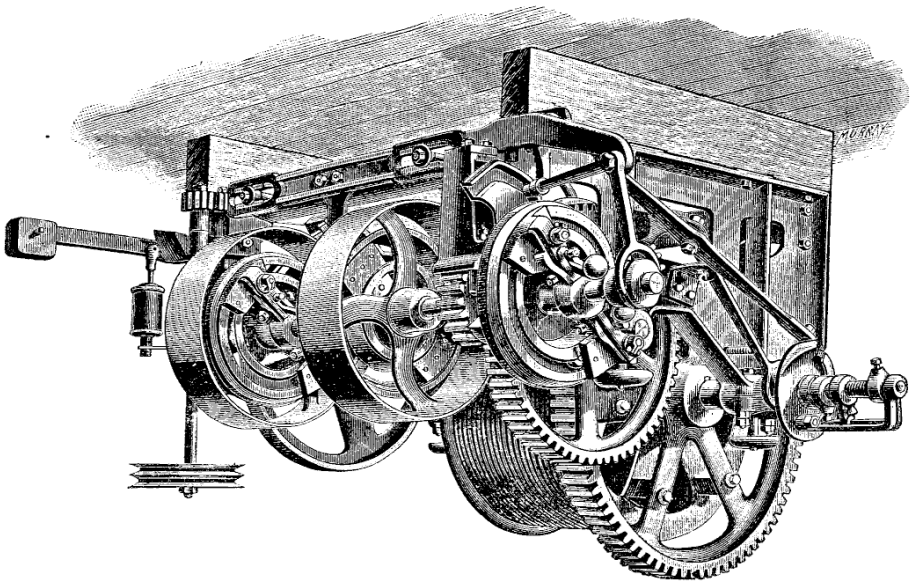


Fig. 148. — Treuil suspendu *Frisbie*, pour charges de 2 000 kil. et plus.

vis un frottement très considérable, il se met à tourner avec elle, en immobilisant aussitôt l'ascenseur. Il en est de même en cas d'arrêt accidentel de la cabine par les guidages, pendant sa descente ; en effet, dans ce cas, la poussée de la crosse sur l'écrou de sûreté s'abaisse suffisamment pour que le ressort de cet écrou le serre sur la vis.

Le mécanisme de mouflage de *M. Reynolds*, ingénieur de la *Crane Elevator C°* de Chicago, est (fig. 126 à 132) remarquable par la douceur et la sûreté de son fonctionnement, qui dispense de tout contrepoids à la cabine.

Le piston moteur 1 du cylindre 2 attaque directement le mouflage B

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 128) par sa tige motrice 3, et il se prolonge par une tige compensatrice 7, creuse et plus grosse que 3. Quand la cabine monte, l'eau sous pression passe de 32 à (fig. 130) au-dessus du piston 1, pendant que l'eau qui se trouve sous

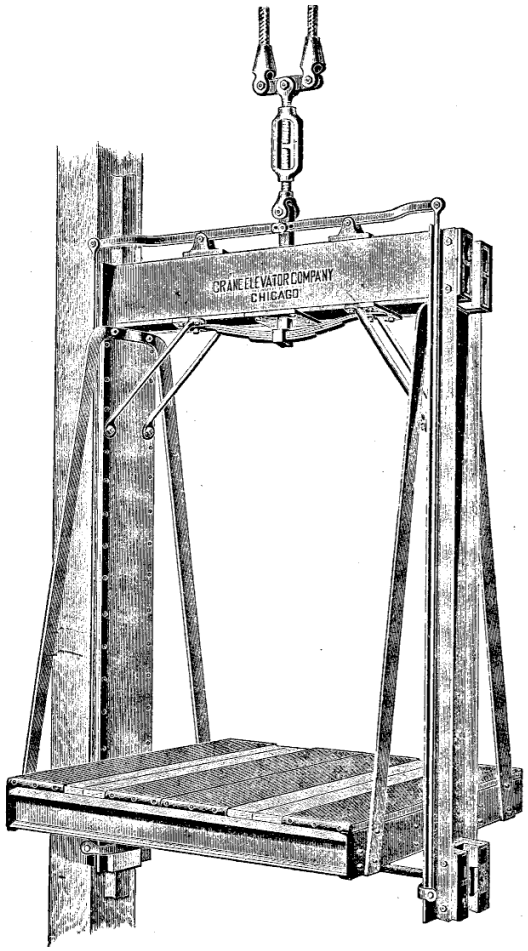


Fig. 149. — Cage en fer de la *Crane Elevator C°*.

ce piston s'évacue par 6, C et 33 : l'inverse a lieu quand la cabine descend; le piston 1 monte, entraîné par le poids de la cabine, et l'eau qui se trouvait à sa partie supérieure passe en partie sous sa face inférieure par 4 C 6, le restant retournant par 32 au tuyau d'eau sous pression, avec une résistance équivalente à un contrepoids sans masse, réglée par la différence des dia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètres de 7 et de 3, et suffisante pour ralentir convenablement la descente.

Afin d'amortir les chocs aux extrémités de la course de la cabine, les

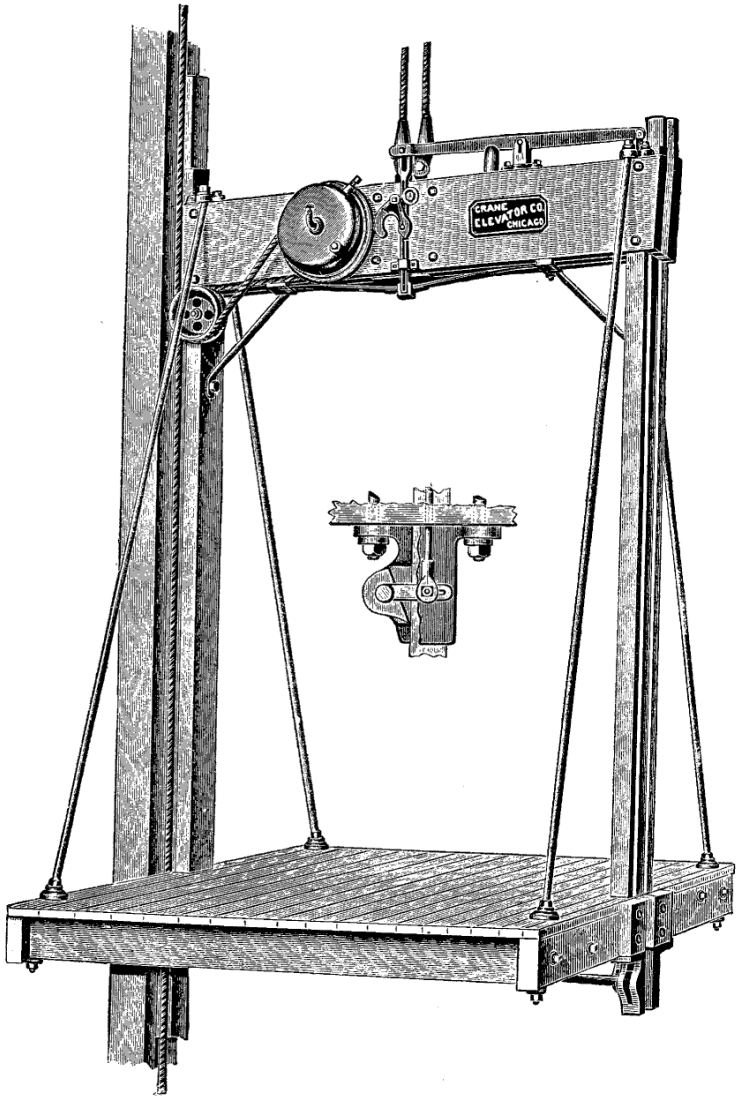


Fig. 150. — Cage en bois de la *Crane Elevator C°*. Ensemble et détail du frein.

tiges 3 et 7 sont pourvues de douilles 8 et 9, dont l'extrémité tronconique ferme graduellement la circulation directe entre x et y de l'eau pénétrant dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces chambres par leurs orifices s et s' : l'eau ne circule plus alors que par les lumières 15.15, dont on règle l'étranglement des orifices par les pointes 16. Enfin, pour assurer le départ rapide de la cabine malgré cet étranglement, on a disposé un clapet de retenue 35, qui s'ouvre quand on admet l'eau en pression sur les deux faces du piston 1, à la fois en x et en y, par

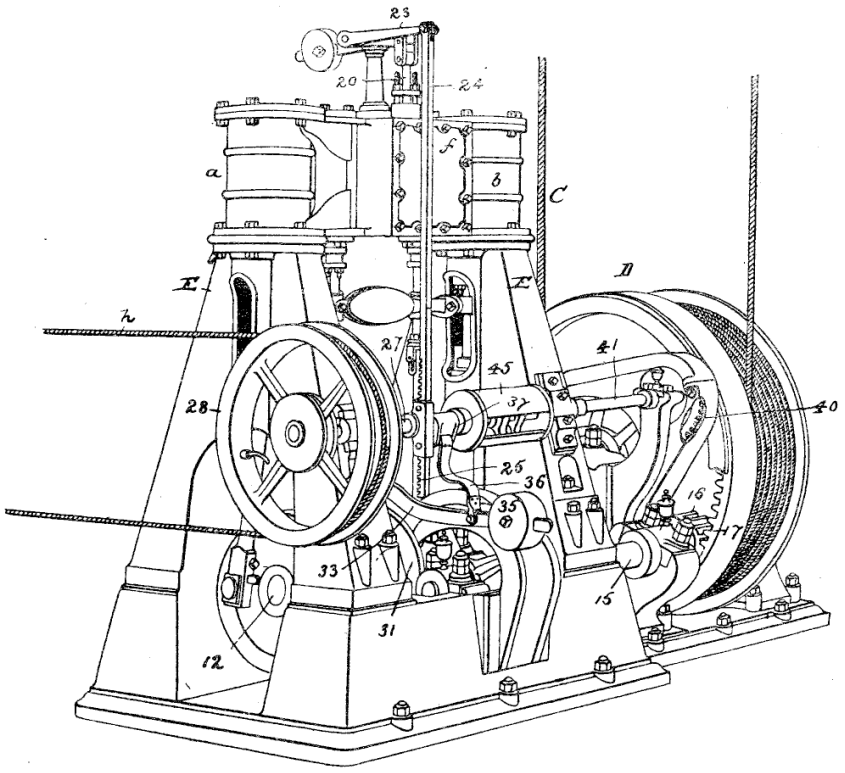


Fig. 151. — Machine à vapeur des treuils *Otis*. (Même légende qu'en fig. 152.)

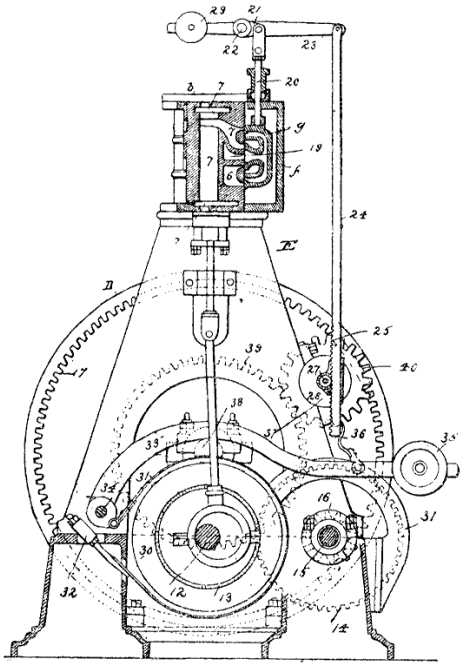
4 et par 6. Enfin, la tige 7 est guidée par un croisillon 30 (fig. 127) sur lequel on peut disposer au besoin des contrepoids supplémentaires. La tige 3 est guidée sur les cordes tendues 19. 19 par les croisillon 20. 20, et son mouflage est protégé par un couvre-poulie 29.

Les *appareils de sûreté :* parachutes, régulateurs de vitesses, amortisseurs de chocs, etc., employés sur les ascenseurs américains, sont naturellement in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombrables; on en trouvera d'excellents exemples dans les types mentionnés en note de la page 775, de sorte qu'il me suffira de donner ici deux types de parachutes peu connus chez nous, et remarquables par leur grande simplicité.

Le premier de ces appareils, employé par la Compagnie *Frisbie*, de New-York, consiste (fig. 133) en un coin guidé, au bas de l'un des montants de la cage et au droit du guidage, par une coulisse inclinée et suspendue à un levier qui, tant que la cage est suspendue ou tirée par son câble avec une



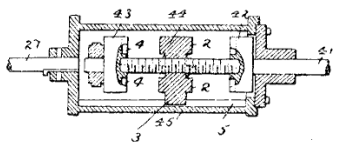


Fig. 152 et 153. — Machine à vapeur des treuils *Otis*. Vue par bout et détail de l'arrêt automatique.

a et *b*, cylindres à vapeur, avec boîte à tiroirs *f*. *h* (fig. 151) corde de manœuvre commandant par 28, 27, 24, le levier 23, pivoté en 22, équilibré en 29, la manivelle 21 et la tige 20, le tiroir de chargement de marche *g*, qui, lorsqu'on l'abaisse, pour monter la cabine, met 7 en rapport avec 19 (fig. 154) de sorte que la vapeur admise aux cylindres par les distributeurs équilibrés *a c* 7, 8 et 9, s'échappe par 6, 6 en 19. Pour descendre, on remonte 9, de manière à faire communiquer 6 avec 7, et à renverser ainsi la course de la vapeur admise par 6 et échappée par 7. 36, corde enroulée sur l'axe 37 (fig. 151) et qui, lorsqu'on remonte *g*, laisse retomber les levier 33, 34, à poids 35, sur le frein 38, 4, 4, écrou fileté sur l'arbre 41, commandé par les pignons 39 et 40, et qui, dès qu'il bute sur les taquets réglables 42, 43, entraîne par son bras 3 le tambour 45, calé sur l'arbre 27, de manière à ramener *g* dans sa position moyenne (fig. 152) où il ferme à la fois 6 et 7, et arrête le moteur.

force suffisante, laisse ce coin descendre et s'écarter du guidage; mais, dès que la traction de la cabine sur le levier du frein cesse par la rupture du câble, ou diminue par une descente trop rapide, un ressort, que l'on voit à la droite de la figure, rappelle ce levier et remonte le coin, de manière à le mettre en contact avec le guidage, sur lequel il s'arc-boute aussitôt, par l'entraînement même qu'occasionne son frottement.

Le second appareil, dû à *M. Coyle*, ingénieur de la *Standard Screw. Elevator C°*, de Baltimore, est aussi un parachute à coins *k*. Ces coins, au nombre de huit : quatre en haut et quatre au bas de la cage, sont disposés dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des boîtes BB′ par paires de chaque côté des guidages C, et normalement maintenus écartés des guidages, malgré les ressorts *m*, par les verrous *vv* des tringles G; mais si l'un des deux brins du câble M se rompt, la corde *n* correspondante tire son verrou G, qui, lâchant le taquet *k′* de son coin, permet à son ressort *m* de le serrer aussitôt. Ce serrage se complète ensuite par arc-boutement, parce que le frottement des billes *d*, par lesquelles les coins roulent en *b* dans leurs boîtes B, est très inférieur à celui de ces

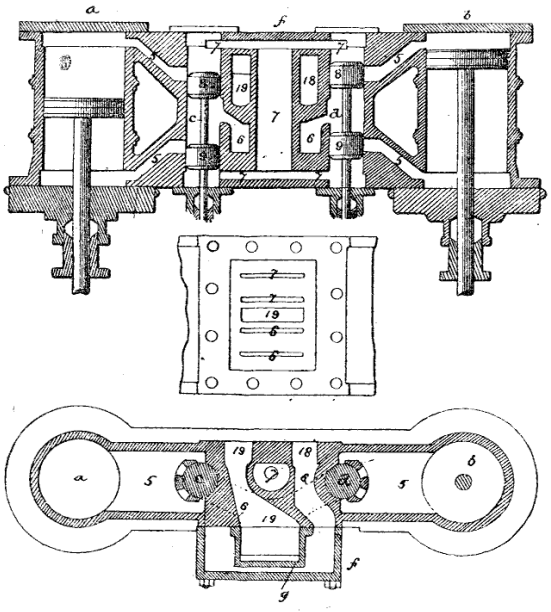


Fig. 154 à 156. — Machine à vapeur des treuils *Otis*. Détail des cylindres.
(Même légende qu'en fig. 152.)

coins sur C. Enfin, des pignons *i*, à crémailliers *h*, permettent de faire fonctionner à la main les verrous G de manière à essayer les freins à volonté, ou même à arrêter la cabine en cas d'urgence pendant la descente.

Monte-charges. — L'on emploie très fréquemment aux États-Unis, pour la manœuvre des monte-charges, des sortes de treuils suspendus au haut de la montée et pourvus de mécanismes de réglage, de changement de marche et de sûreté parfois très ingénieux. Comme exemple de ce genre d'appareils, je décrirai en détail l'un des plus récents : celui de *J. A. Dean*.

Dans cet appareil (fig. 138 à 144), l'arbre du treuil B porte trois poulies :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux folles D_3 et D_4, à courroies ouvertes et croisées, et une fixe ou motrice

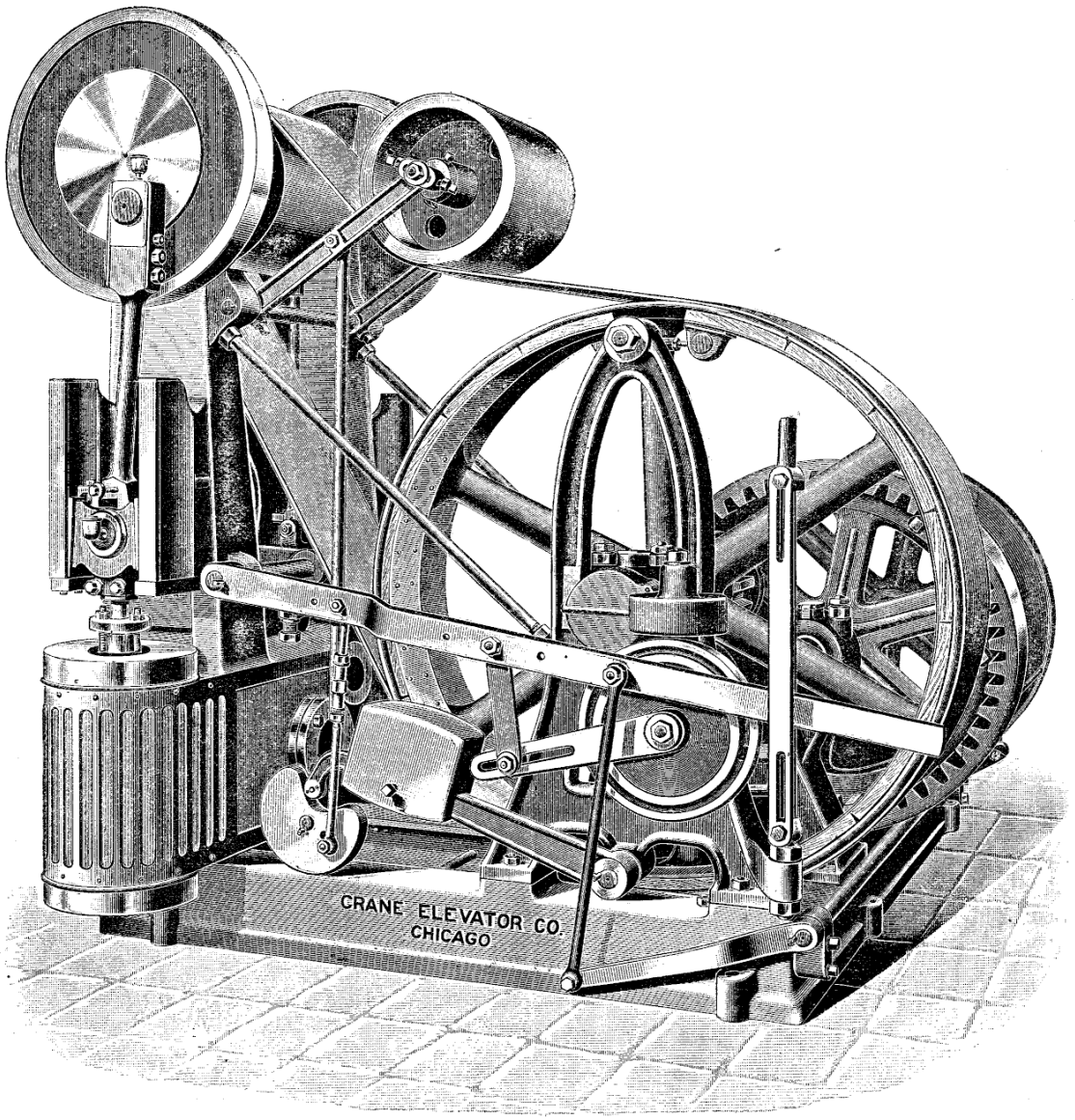


Fig. 157. — Moteur pour treuils de la *Crane Elevator C°*.

D, sur laquelle un mécanisme automatique fait alternativement passer les courroies de D_3 et de D_4, et qui commande, par D_2 D_6 D_7 D_8 D_9, un plateau E^9

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 143) fou sur B, et en prise, par ses griffes E_4, avec celles E_3 du fond du tambour C, disposées de manière que, par le glissement mutuel de leurs

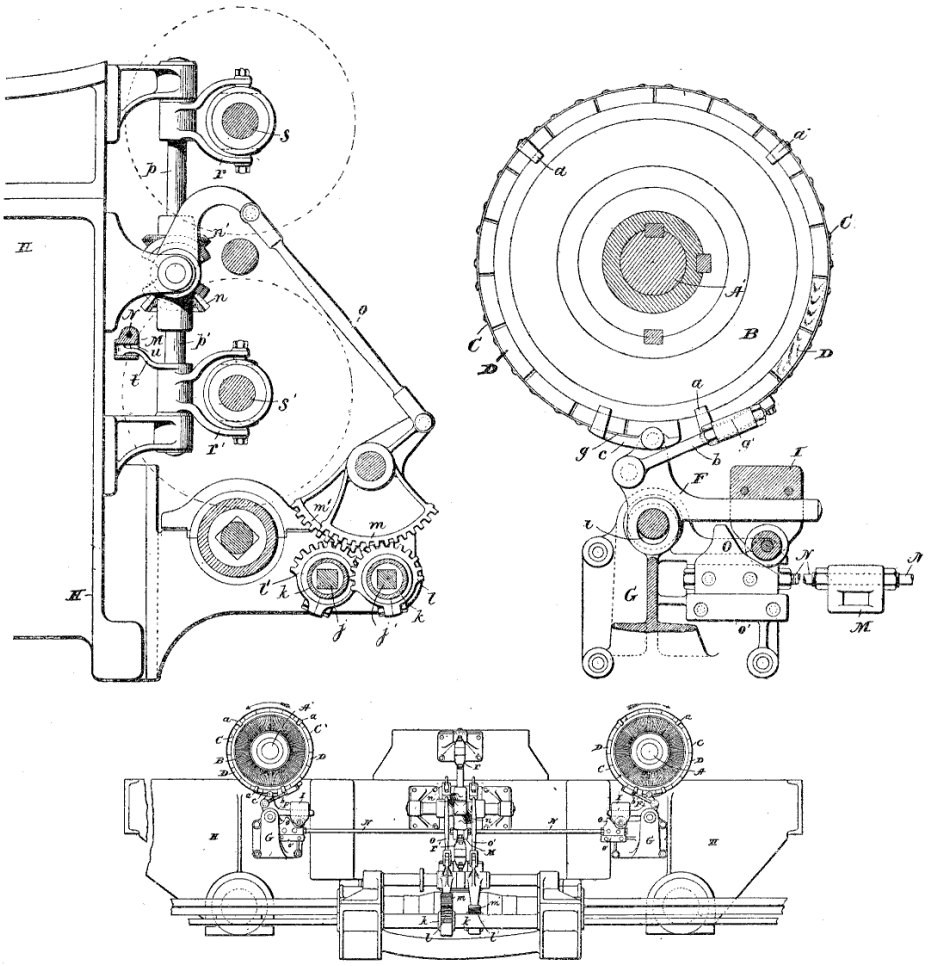


Fig. 158 et 160. — Pont roulant *Morgan*. Détail des freins et vue par bout.

B B′. Tambours calés sur les arbres des treuils A A′, avec chacun un frein D, à bande C′, pourvue de languettes de retenue *a a a*, et articulée d'une part en *g*, par le sabot *c*, à l'extrémité du levier F, et, de l'autre, par *b g′*, à un point plus bas de ce même levier. *i*, pivotement du levier F sur le palier G, fixé au châssis H du pont. I, poids portant par un galet sur la came O, coulissée en *o′* et manœuvrée par la tige N M. Quand on pousse O vers la gauche (fig. 159) on serre B d'abord par *g*, puis par *g′*, le jeu de *i* permettant à F d'être un instant entraîné par ce serrage même dans le mouvement de B. *j* et *j′* (fig. 158), carrelets à secteurs rainurés *k l k′l′*, commandant par *m o m′o′* les transmissions *n p*, *n′ p′* des embrayages *r s r′s′* de levée et de descente des treuils, dont l'un, celui de la descente *r′s′*, commande par *u t* la crosse M (fig. 139) de manœuvre des freins.

plans inclinés *a* et *b*, elles rapprochent ou éloignent E_9 de C, suivant le sens de la rotation de B, afin de serrer ou de desserrer le plateau de friction E_5,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par lequel E_6 entraîne le treuil. Pour descendre la charge, D_9 tourne dans le sens de la flèche 2 (fig. 138) et le cliquet E_7 (fig. 138) empêche E_5 de tour-

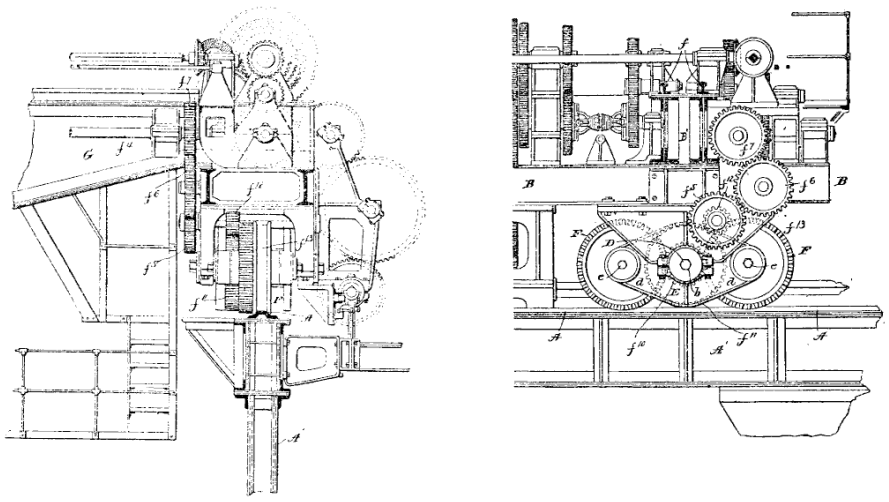


Fig. 161 et 162. — Ponts roulants *Morgan*. Détail du roulement. Vue par bout, vue latérale d'un chariot à 2 roues.

G, pont porté, à chaque bout B B′, sur l'essieu D d'un chariot à deux roues F F, roulant sur la voie A A′, et commandées, de f_4, par le train $f_7 f_6 f_5 f_{12} f'' f_{13}$.

ner, de manière que, grâce aux plans *a* et *b*, E_9 s'éloignant de C dès qu'il va un peu plus vite que C, et s'en rapprochant au contraire dès qu'il va un peu moins vite, ce serrage automatique de E_5 maintienne la vitesse de C

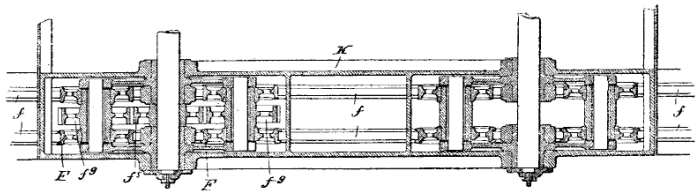


Fig. 163. — Pont roulant *Morgan*. Détail d'un chariot à deux voies *f f* et deux paires de roues F F, commandées par le train $f_9 f_5 f_9$ (comme en fig. 162). Le chariot de droite est simplement porteur.

sensiblement égale à celle de E_9, et empêche la charge de descendre trop vite.

La manœuvre des courroies de D_3 et de D_4 s'opère automatiquement par les barres F_1 et F_2, dont les boutons sont pris dans les rainures de deux disques H et G_2 (fig. 138), calés sur un même arbre vertical G. Ces rainures sont tracées sur H et sur G_2 en sens inverse, de manière que la rainure de G_2 attaque F par sa partie hélicoïdale pendant que celle de H attaque F′ par sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

partie circulaire ou de repos. Quant à l'arbre G, il est actionné, à chaque fin de course, par le train $K K_2 K_3$ (fig. 149) au moyen d'un changement de marche à vis, fréquemment employé sur ces appareils sous des formes très variées. L'organe principal de ce changement de marche consiste en un

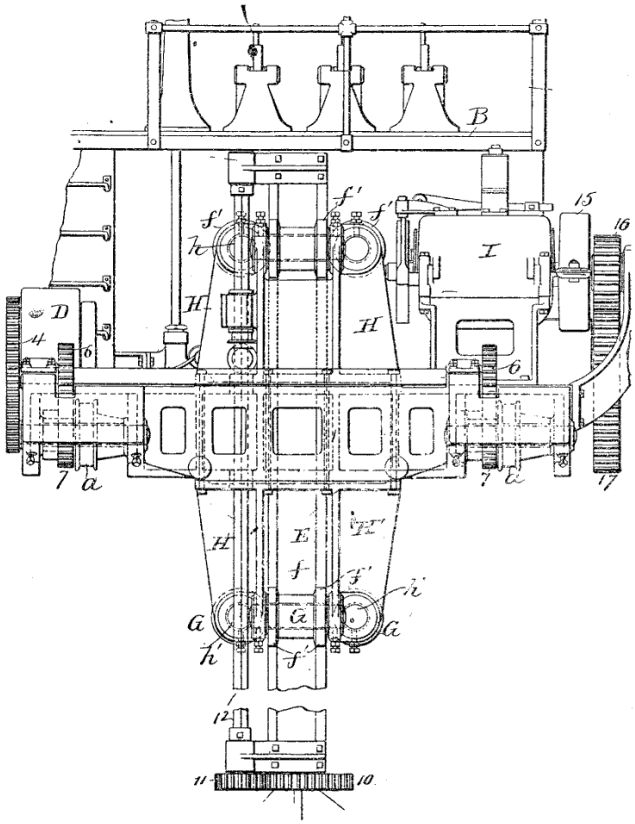


Fig. 164. — Pont roulant de fonderie *Morgan*. Vue par bout.

I, dynamo commandée de la plate-forme B du pont, et commandant, par le train 15, 16, 17, 18, la crémaillère verticale E*ef* (fig. 163), guidée en *ff'* par quatre paires de galets G, à portées réglables *hh'*, sur les montants H H, et portant la pince de levage manœuvrée par le carrelet 12 et les pignons 11, 10. D, dynamo commandant par 2, 3, 4, 6, 5 (fig. 165) les galets de roulement *a a*.

écrou J^7 (fig. 144) fileté sur le prolongement de l'arbre B, et mobile entre deux taquets réglables J_8 et J_9, qui, aux fonds de course, l'arrêtent de manière qu'il entraîne par ses butées J_{10} le cadre J_3 et le pignon J_2, en prise avec K, ce qui arrête automatiquement le treuil et la plate-forme aux points fixés par les taquets J_8 et J_9. En outre, quand l'arbre G est ainsi tourné dans le sens de la flèche 5 (fig. 139), correspondant à la descente, son tambour H amène le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poids N_{10} (fig. 138) au contact de la butée N_7 du levier N_3N, maintenu levé en N_2 par la tension de la corde C_2; de sorte que, si cette corde vient à se relâcher, la corne N_9, entraînée par ce levier, ramène le disque H dans la position d'arrêt du treuil. Enfin, l'on peut commander à la main les départs ou même les arrêts du treuil par la corde de manœuvre II'.

On retrouve le mécanisme d'arrêt à vis dans le treuil très répandu de la

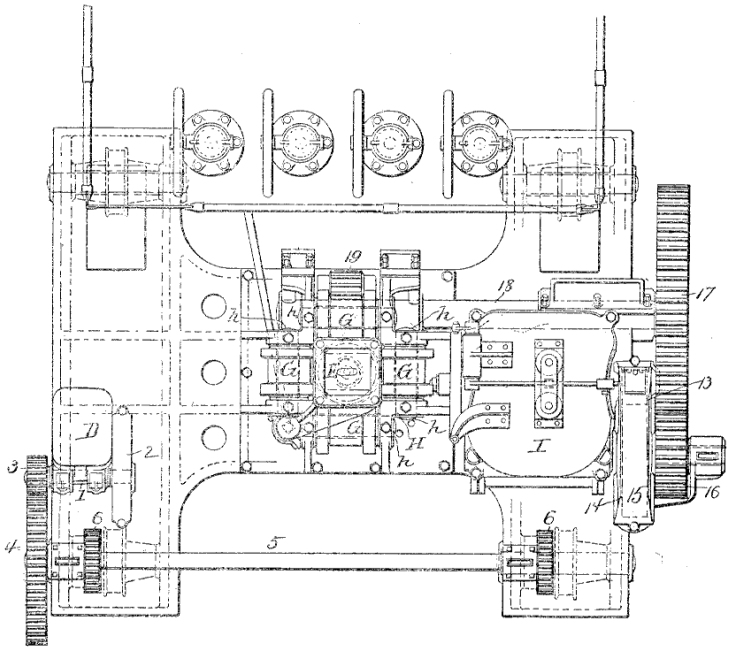


Fig. 165. — Pont roulant de fonderie *Morgan*. Plan.

I, dynamo commandée de la plate-forme B du pont, et commandant, par le train 15, 16, 17, 18, la crémaillère verticale E*ef* (fig. 164), guidée en *ff'* par quatre paires de galets G, à portées réglables *hh'*, sur les montants H H, et portant la pince de levage manœuvrée par le carrelet 12 et les pignons 11, 10. D, dynamo commandant par 2, 3, 4, 5, 6 (fig.165) les galets de roulement *a a*.

Crane Elevator C°, accompagné (fig. 145) d'un mécanisme de sûreté placé sous le tambour, et qui, si le câble se relâche, cède au poids de ce câble et embraye l'arrêt du treuil. Enfin, ce treuil est, comme sur un grand nombre d'appareils américains, commandé par une vis sans fin tournant dans un bain d'huile.

Ces treuils peuvent être fixés, comme l'indiquent les fig. 146 à 148, soit au sol soit au plafond, suivant la convenance de l'installation. Dans les appareils de *Frisbie*, à transmissions par vis sans fin, cette vis est en acier, et son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pignon en bronze, avec butée sur billes et graissage à la graisse au lieu d'huile. Les poulies folles tournent sur portées en bronze graphitées. L'arrêt se fait par serrage automatique d'un frein à bande, simultanément avec le passage de la courroie de la poulie fixe à la poulie folle, où elle se maintient automatiquement, sans possibilité de repasser indûment sur la poulie fixe. Ces ap-

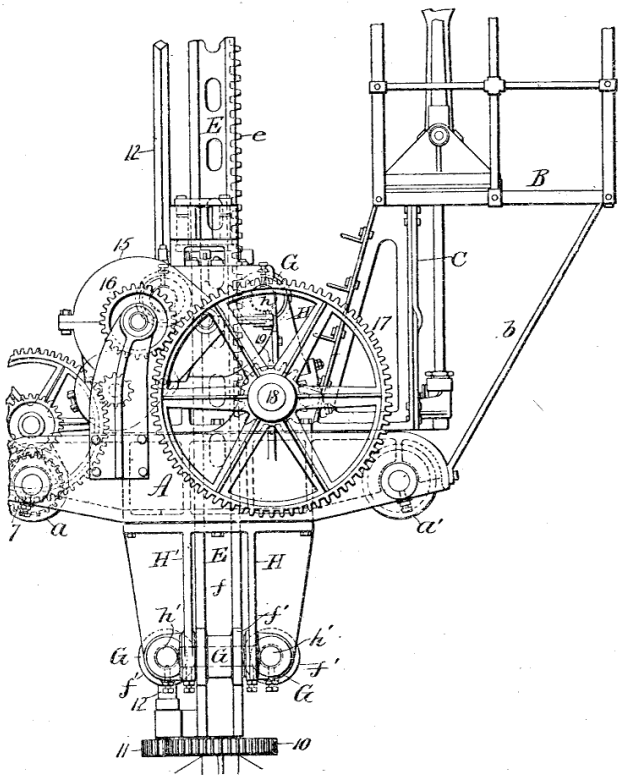


Fig. 166. — Pont roulant de fonderie *Morgan*. Vue par bout.

pareils sont munis, comme les précédents, d'un arrêt automatique par lâché du câble. Dans le treuil très puissant représenté par la fig. 148 les courroies motrices, ouverte et croisée, ne sont pas transposées, mais leurs poulies sont mises alternativement en prise par des embrayages à friction, et la transmission par vis sans fin est remplacée par une transmission d'engrenages réduisant la vitesse de l'arbre des poulies 30 fois sur celui du treuil. Les embrayages des poulies sont commandés, de la cabine, par un arbre à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pignon en prise avec la crémaillère de leur banc, et qui porte une came disposée de manière à laisser, quand les deux embrayages sont desserrés, le levier à contrepoids indiqué à gauche de la fig. 148 retomber, serrer le frein et arrêter automatiquement l'ascenseur ; mais la chute de ce levier est ralentie par un *dash pot*, qui empêche tout arrêt trop brusque de la cabine.

Le parachute est constitué par un embrayage à friction ou frein placé à l'extrémité de l'arbre des poulies, et qui, dès que sa vitesse dépasse la limite prévue, a ses sabots serrés par des masses centrifuges dont le mouvement

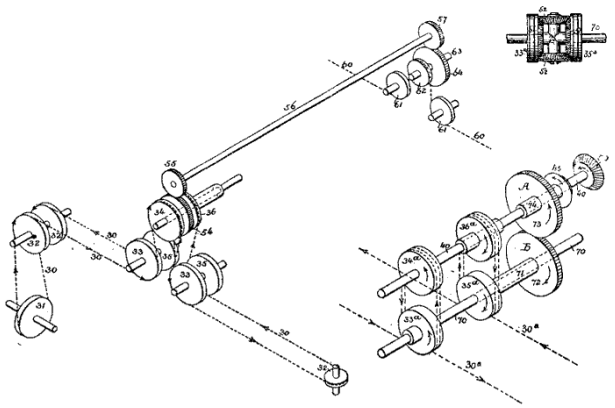


Fig. 167 à 169. — Ponts roulants à chaînes et à cordes *Parsons*. Schéma des transmissions et détail du train différentiel 52.

Fig. 167. 30, chaîne motrice partant de la poulie 31 et y revenant par 33, 34, 33, 32, 35, 36, 35. Quand le pont est immobile, les roues 34 et 36 tournent avec des vitesses égales et opposées ; au contraire, 36 va plus ou moins vite que 34, suivant que le pont s'éloigne ou se rapproche de 32. (Pour les autres lettres voir la légende de la fig. 168.)
Fig. 168 et 169, pont à câble 30_a, passant des tambours 34_a 36_a, l'un calé et l'autre fou sur l'arbre 40, à pignon 50, aux tambours 33_a 35_a, l'un calé, l'autre fou sur l'axe 70, et conjugués par un train de White 51, 52. 71, manchon fou sur 70, reliant 35_a au pignon 45, fou sur 40, par 72, 73, 74.

a pour premier effet d'amener entre elles, par le levier coudé indiqué sur la figure 148, un manchon conique qui les empêche de desserrer le frein en revenant à leur position primitive après l'arrêt, ainsi rendu définitif. L'action de ce frein est, en raison de la grande réduction des vitesses entre l'arbre des poulies et celui du treuil, rapide et très puissante.

Les arrêts automatiques aux fonds de course sont commandés par un écrou fileté à l'extrémité de droite de l'arbre du treuil, et qui, arrêté par ses collets réglables, entraîne par son bras la came qui commande les embrayages des poulies au moyen du levier indiqué en diagonale sur la figure 148 et arrête ainsi automatiquement l'ascenseur au point de sa course déterminé par le réglage des taquets. En outre, tout près du point où il quitte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le tambour du treuil, le câble supporte un petit galet qui, dès que le câble mollit ou fléchit seulement de 100 $^{m}/_{m}$ par suite d'un accrochage à la descente, enclenche par un rochet la came d'arrêt avec l'arbre du treuil, et l'arrête ainsi immédiatement. L'emploi des poulies à friction avec frein automatique permet d'arrêter avec précision et douceur même en pleine charge (1).

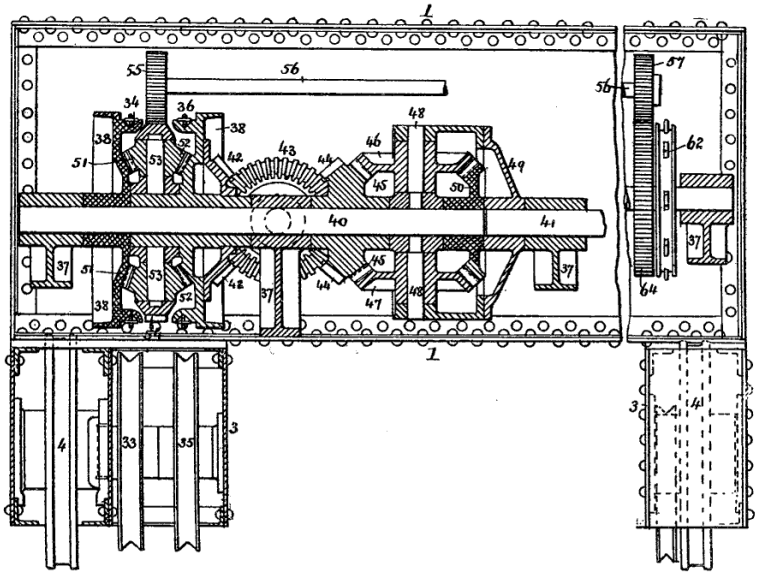


Fig. 170. — Pont roulant à chaînes *Parsons*. Détail du mécanisme compensateur.

34, roue calée, ainsi que le pignon 50, sur l'arbre 40, tandis que la roue 36, folle sur cet axe, est reliée au pignon 50 par la transmission 42, 43, 44, à train de White 45, 46, 47, dont l'axe 48 est calé sur l'arbre de levage 41 par le manchon 49. Comme les roues 45 et 50 tournent dans le même sens, avec des vitesses égales à celles des roues 34 et 36, il en résulte que, tant que ces vitesses sont égales, le système 46, 48, 47 tourne d'une seule pièce avec 40 et 41; mais, dès que 45 se met à retarder par rapport à 50, le train 48, 47, 45 se met à rouler sur 45 avec une vitesse égale à ce retard, de sorte que 41 tourne toujours avec une vitesse égale à la demi-somme absolue des vitesses de 34 et 36, laquelle est, en raison de la continuité de la chaîne 30 (fig. 167), indépendante des mouvements du pont. 56, arbre de commande du roulement du pont, dont l'un des pignons 55 est en prise avec le pignon 54 du train différentiel 53, 52. Ce train reste immobile tant que les roues 34 et 36 tournent à la même vitesse, mais il se met à tourner dans un sens ou dans l'autre, et plus ou moins vite, suivant que l'on serre plus ou moins l'un des deux freins 34 ou 36. L'arbre 56 se termine, afin d'assurer le parallélisme du pont, par un second pignon 57 actionnant le train 64. 62 du touage sur la chaîne fixe 60.

Les cages de ces monte-charges, en fer et en bois, sont en général (fig. 149 et 150) légères, solides et pourvues de parachutes très simples.

Lorsque les treuils sont actionnés directement par des machines à vapeur, l'on emploie à cet effet, en général, des machines à deux cylindres, à démarrage rapide, avec arrêt et changement de marche faciles à commander

(1) Voir aussi : Le treuil de *Lane et Bodley*. American Machinist, 26 mai 1883, p. 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la cabine par un câble de manœuvre. Les figures 151 à 155 représentent sommairement les principales particularités d'un type de machines de ce genre fréquemment employé par la Compagnie *Otis*.

Pour faire monter la cabine, le conducteur tourne, par sa corde de manœuvre *h*, l'arbre 27 (fig. 152) de manière à abaisser par la tringle 24 le tiroir de changement de marche *g*, et à mettre ainsi les canaux 7 en communication

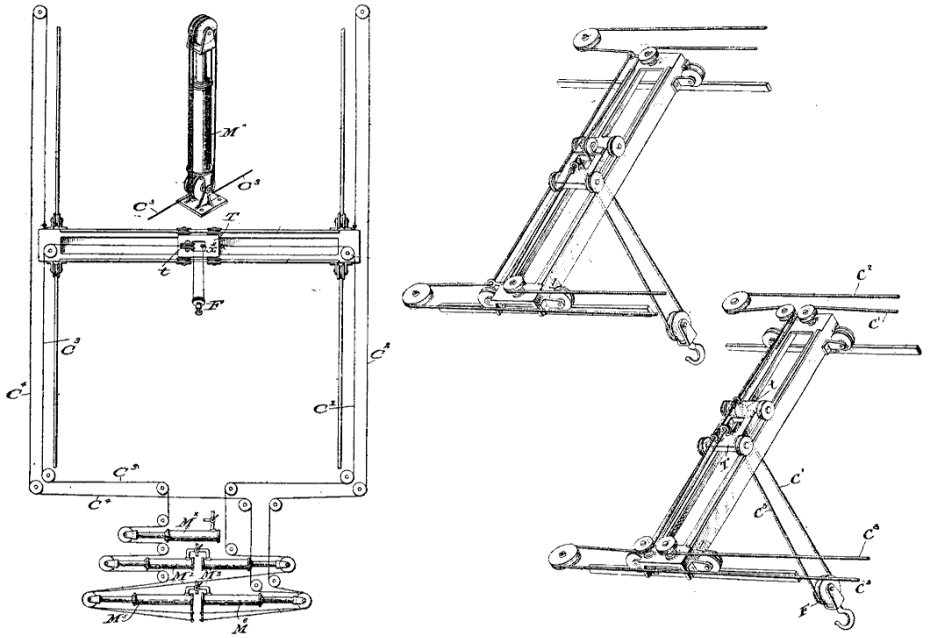


Fig. 171 à 174. — Ponts roulants *Dixon*, à câbles et à commande hydraulique.

En fig. 171, le pont avance ou recule, suivant que l'on déplace vers la droite ou vers la gauche l'ensemble des deux pistons M_6 et M_5, conjugués de manière que l'écartement de leurs poulies reste invariable. Le trolly *t* se déplace, à droite ou à gauche sur son pont, suivant que l'on déplace à gauche ou à droite de sa position moyenne l'ensemble des pistons conjugués M_1 et M_2. La levée du crochet F se commande par le piston M En fig. 173 et 174, ces manœuvres sont commandées par une seule corde $C_1C_2C_3C_4$, continue et non brisée comme en fig. 171.

avec la lumière 19; de sorte que la vapeur, admise par 7 (fig. 154) aux distributeurs 8 et 9, s'échappe par 6.6 en 19. Pour descendre, le conducteur remonte au contraire *g*, de manière à faire communiquer 6 avec l'admission / et 7 avec l'échappement 19, et à renverser ainsi la course de la vapeur admise aux distributeurs par 6 et échappée par 7. Enfin, pour arrêter, on amène *g* dans sa position moyenne, indiquée en fig. 152, où elle ferme à la fois 6 et 7; en même temps, la corde 36 (fig. 152) enroulée sur 27 laisse retomber le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

levier 33 du frein, qui se serre automatiquement par son contrepoids 35,

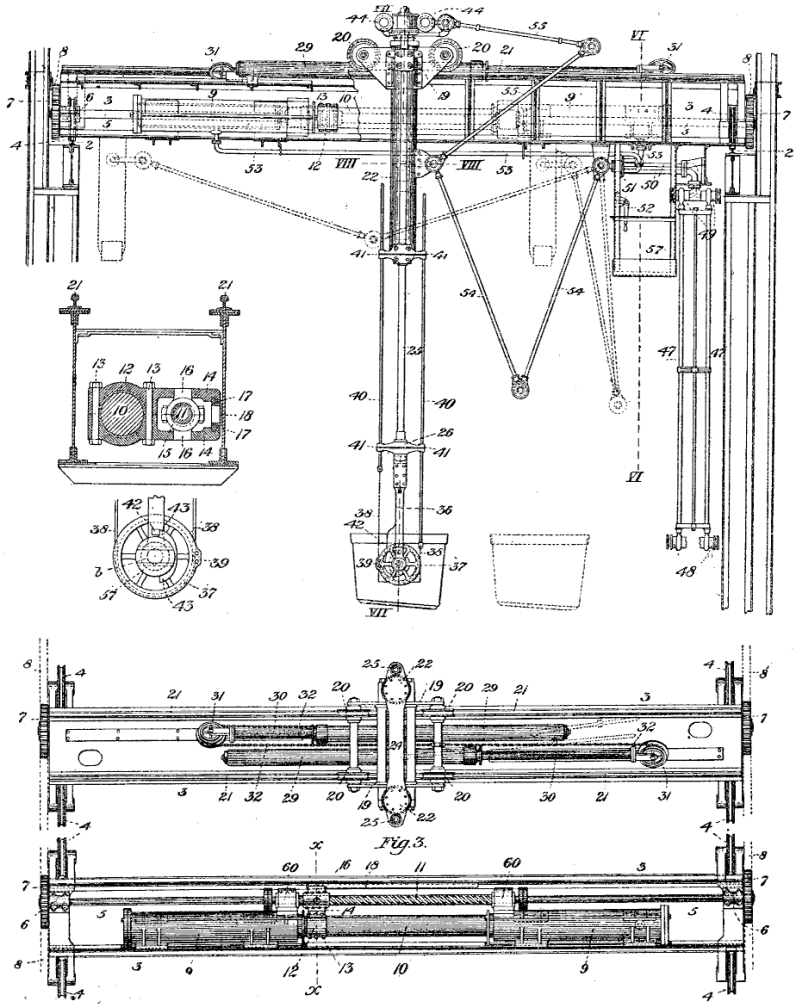


Fig. 3.

Fig. 175 à 179. — Pont roulant de fonderie *Kennedy*. Vue par bout, coupe $x\,x$. Détail de la suspension de la poche. Plan des mécanismes de levage et de translation du pont.

5, arbre transversal, à pignons 7. 7, engrenant avec les crémaillères 8. 8, et commandé par son filetage allongé 11 en prise avec l'écrou 15, pivoté (fig. 176) en 16. 16 sur la boîte 14, guidée en 17. 18, et serrée en 13. 13 sur le piston 10 des cylindres 9. 9, fixés aux poutres 3 du pont. 4. 4, galets de roulement du pont sur les rails 2. 2. 19, chariots à galets 20, 20 dont la translation sur 21 est commandée par les cylindres 29 29 à pistons 30. 30 conjugués par la chaîne 31. 32 fixée en 24 au chariot. 22. 22 (fig. 180) cylindres du chariot 20, entretoisés par 28, à pistons 23 commandant, par le cadre 24, 25. 26, la levée de la poche 35.

et maintient l'arrêt. La corde 36, dès que l'on abaisse ou relève le tiroir g, s'enroule sur 27, et desserre de nouveau le frein.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les arrêts aux fonds de course sont déterminés automatiquement par l'écrou 4.4 (fig. 153) fileté sur un arbre 41, commandé du treuil par les pignons 39 et 40, et qui, dès sa butée sur les taquets réglables 42 et 43, entraîne par son bras 3 le tambour 45, calé sur l'arbre 27, de manière à

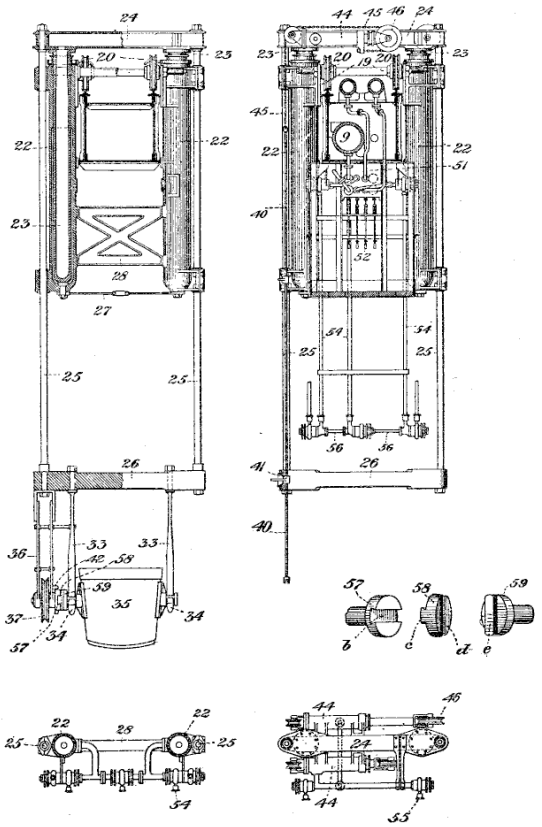


Fig. 180 à 184. — Pont roulant *Kennedy*. Coupes VI VI, VII VII, VIII VIII (fig. 175). Plan du mécanisme de bascule du chariot et de la poche.

amener g dans sa position moyenne, et à arrêter la cabine aux points de sa course déterminés par la position des taquets 42 et 43.

Les moteurs de la *Crane Elevator C°* actionnent (fig. 157) le tambour du treuil par une courroie dont le tendeur, si la courroie se brise, serre par sa chute le frein du treuil, et ferme l'admission de la vapeur. La machine est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aussi pourvue d'un arrêt automatique par fermeture de l'admission en cas de relâchement du câble (1).

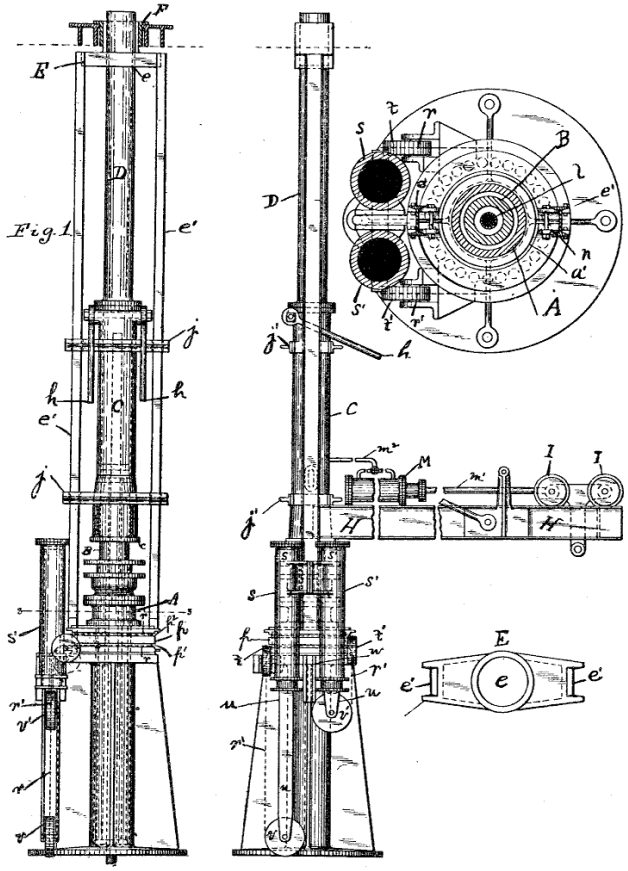


Fig. 185 à 188. — Grue à lingots *Scaife*. Vue par bout. Élévation. Coupe *s-s* (à grande échelle) et plan du coulisseau E *e*.

A (fig. 189) cylindre moteur, à piston B, emboîté dans un manchon C *c*, qui porte la tige supérieure D, guidée en E dans le cadre E *e f*, avec anneau en deux pièces *g*, serré en *n* sur le collet *g'* de A, et roulant sur A par les galets *n*. C, manchon renfermant le réservoir d'eau, sous pression *k k'*, constitué par un tube d'acier dans le haut duquel débouche le tuyau de l'accumulateur *l*, à garniture $i i_2$, accessible par l'ouverture L. H, bras fixé à C, entraînant par *j j'* le cadre E *e'* dans sa rotation commandée par la chaîne *r r'*, à moufles hydrauliques S *v* S' *v'*, qui passe sur la roue *p*, solidaire de *f*, est attachée en *w* sur A, et dont les poulies *v* et *v'* se meuvent toujours en opposition. M, cylindre recevant l'eau sous pression par m_2, et commandant la translation du chaînon porteur H sur le bras H.

Ponts roulants. — La *Morgan Engineering C°* d'Alliance (Ohio) a entrepris avec succès la construction des appareils de levage de grande puissance,

(1) Voir aussi les machines de *Moore* (Scientific American, 11 août 1883, p. 227) et de *Ulrich* (American Machinist, 9 juillet 1891).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

notamment celle des ponts roulants mécaniques et électriques (1). On peut citer comme un bel exemple de sa fabrication le pont roulant de 150 tonnes de l'arsenal de Washington, qui a 12 m. de haut sur 18 de portée (2).

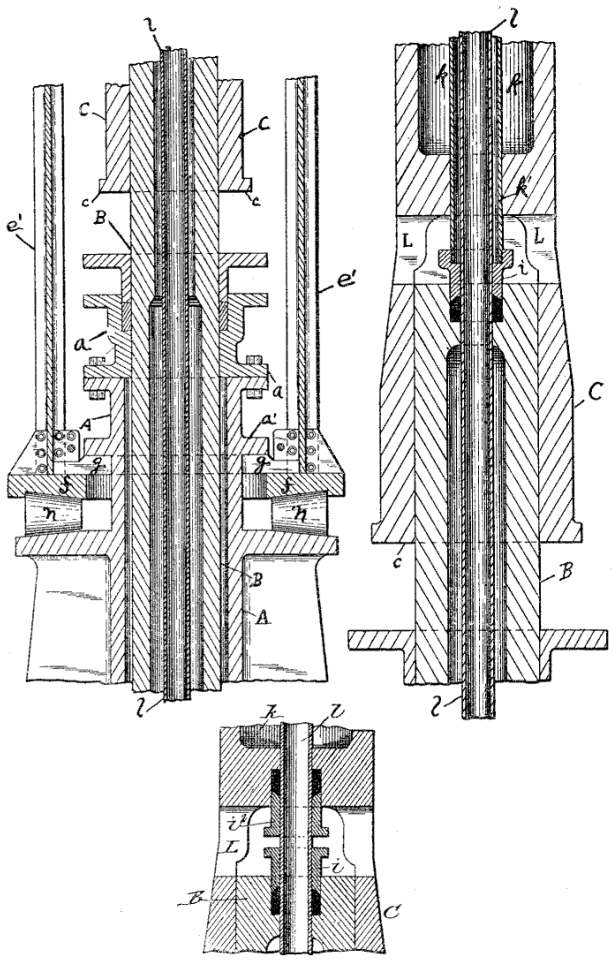


Fig. 189 à 191. — Grue à lingots *Scaife*. Détail des cylindres A et B.
(Même légende qu'en fig. 185.)

Ces appareils se distinguent par un grand nombre de dispositions ingénieuses, parmi lesquelles nous signalerons en particulier celle des freins automatiques représentée par les figures 158 à 160.

(1) *La Lumière électrique*, 3 mars 1894, p. 407.
(2) *American Machinist*, 12 et 19 juin 1890.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les bandes CC des deux freins sont serrées par l'avance du sabot *c*, plus rapide que celle du tendon *b*, quand les coins OO, conjugués par une tige N, laissent tomber les contrepoids I des leviers F. Pour manœuvrer ces freins, ainsi que la commande de marche des treuils correspondants, on emploie les deux arbres carrés *j* et *j'*, dont les secteurs *l* et *l'* commandent, par *m o* et *m' o'*, les transmissions *n p* et *n' p'* dont les fourches *r* et *r'* action-

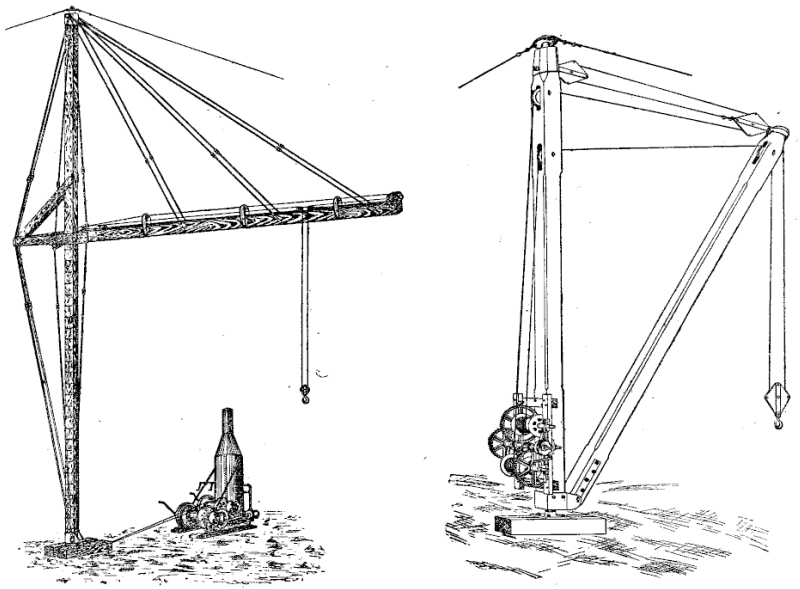


Fig. 192 et 193. — Derrick à vapeur et à main de l'*American Hoist and Derrick C°* (Chicago).

Fig. 192. *Derrick à vapeur*, avec bras assez haut pour l'érection de deux étages d'un bâtiment; après quoi, l'on monte le mât sur des pylônes en bois. Le bras, incliné vers le mât, est en deux longueurs de bois, maintenues à l'écartement par des pièces de fer, avec voies en fer, sur lesquelles roule le chariot commandé par le treuil à vapeur. Quand on lâche ce chariot, il roule vers le mât. Le treuil est à deux tambours commandant l'un la levée, l'autre la translation du chariot, par des câbles renvoyés le long du mât et du bras au moyen de galets. Puissance, 5 tonnes. Hauteur du mât, 22 mètres; longueur du bras, 16m,50; hauteur du bras, 12 mètres. Prix, 2400 francs. — Fig. 193. *Derrick à bras*, avec treuil à deux tambours, l'un pour le levage, l'autre pour la volée, tout en bois, monté sur pivot, et maintenu en haut par des haubans et une plate-forme analogue à celle fig. 197.

nent respectivement les embrayages de levée *r* et de descente *r'* des treuils.

La fourche *r'* est, en outre, reliée par *u* M à la tige N, de manière que son premier mouvement aura pour effet après le débrayage de *s* de serrer les freins comme en fig. 159, et d'arrêter les tambours; puis, pour la descente, la continuation de ce mouvement amène la tige N encore plus à gauche qu'en fig. 158, et embraye le mécanisme de descente, dont l'action entraîne les treuils, malgré la résistance des freins, que l'on peut d'ailleurs en partie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

relâcher par l'emploi d'un second plan incliné en sens contraire de O, et lui faisant suite.

Dans les grands appareils de M. Morgan, le pont est porté sur ses

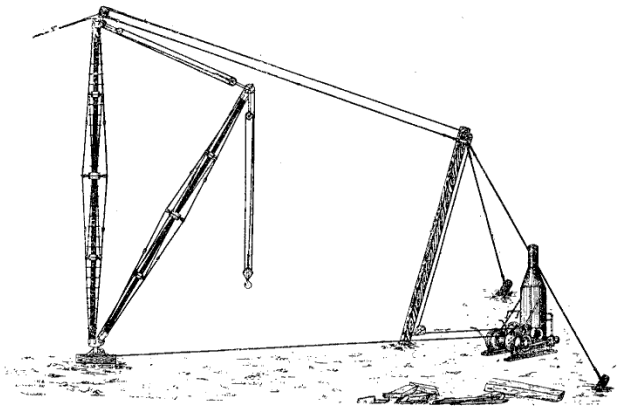


Fig. 194. — Derrick tubulaire à vapeur de l'*American Hoist and Derrick C°*.

Tout en tubes d'acier armés, ne dépassant pas 6 mètres de long, assemblés par joints à bayonnette, très légers, avec contrefiche en bois permettant de placer le treuil à une grande distance. Puissance, 20 tonnes; hauteur du mât, 24 mètres; longueur du bras, 22m,50. Prix, 5000 francs.

voies par des trucks à deux roues F F (fig. 161 à 163) et à balanciers E, permettant de franchir sans chocs ni déformations les inégalités de ces voies,

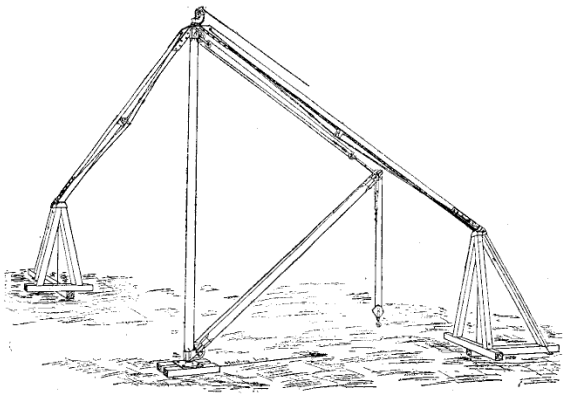


Fig. 195. — Derrick en bois à longue portée de l'*American Hoist and Derrick C°*.

Manœuvré par deux câbles : l'un en haut, pour la volée, l'autre en bas, pour la levée, avec armatures octogonales (fig. 196) facilitant l'utilisation des bois.

et le chariot est, de même, porté sur les voies du pont par deux trucks à quatre roues chacun.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans certains cas qui exigent une manutention très précise et très sûre de la charge comme, par exemple, pour les poches de fonderie, M. Morgan emploie le mode de levage particulier représenté par les figures 164 à 166, et qui consiste à suspendre la charge à une crémaillère E*e* (fig. 166) guidée

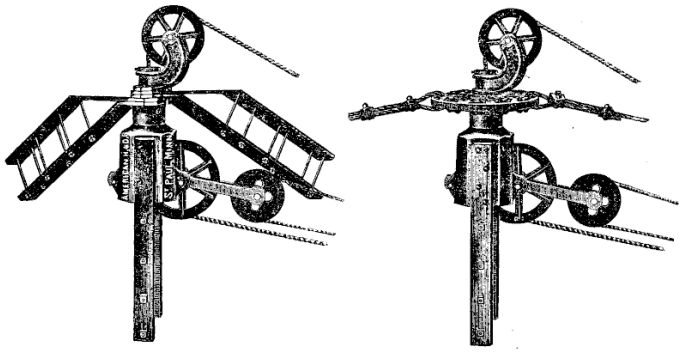


Fig. 196 et 197. — Armatures des mâts de la *American Hoist and Derrick C°* pour les types fig. 195 et 193.

entre quatre paires de galets G, disposées, sur les montants HH, à un écartement suffisant pour assurer à la crémaillère un guidage parfait. Cette crémaillère commandée, de la dynamo I, par le train 15. 16. 17. 18, porte directement la pince de levage manœuvrée par le carrelet 12 et le pignon 11.

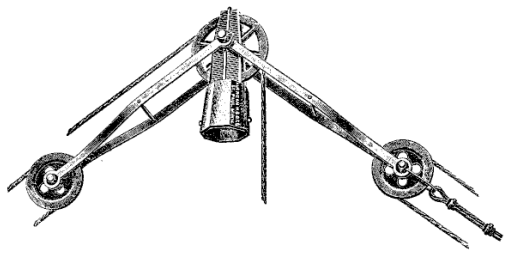


Fig. 198. — Armature de mât de l'*American Hoist and Derrick C°*.

Quant à la translation du treuil sur le pont, elle est commandée par la dynamo D, au moyen du train 2. 3. 4. 6. 5, conjuguant les deux galets *aa* (1).

Le mécanisme d'entraînement du pont roulant à chaîne ou à corde de *Parsons* est, fig. 167 et 170, des plus ingénieux.

(1) A signaler les commandes des ponts roulants de *Sweet* (American Machinist, 12 février 91, p. 4); de *Box*, par cordes et engrenages à friction (id. 13 oct. 92); des Philadelphia. Engineering Works (Appleton's Cyclopœdia, Supp., p. 159). Voir aussi la Railroad Gazette du 10 juillet 1891, p. 479.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chaîne 30, partant de la poulie motrice 31, y revient par les renvois (33. 34. 33. 32. 35. 36. 35), faciles à suivre sur la figure 167, de sorte que les

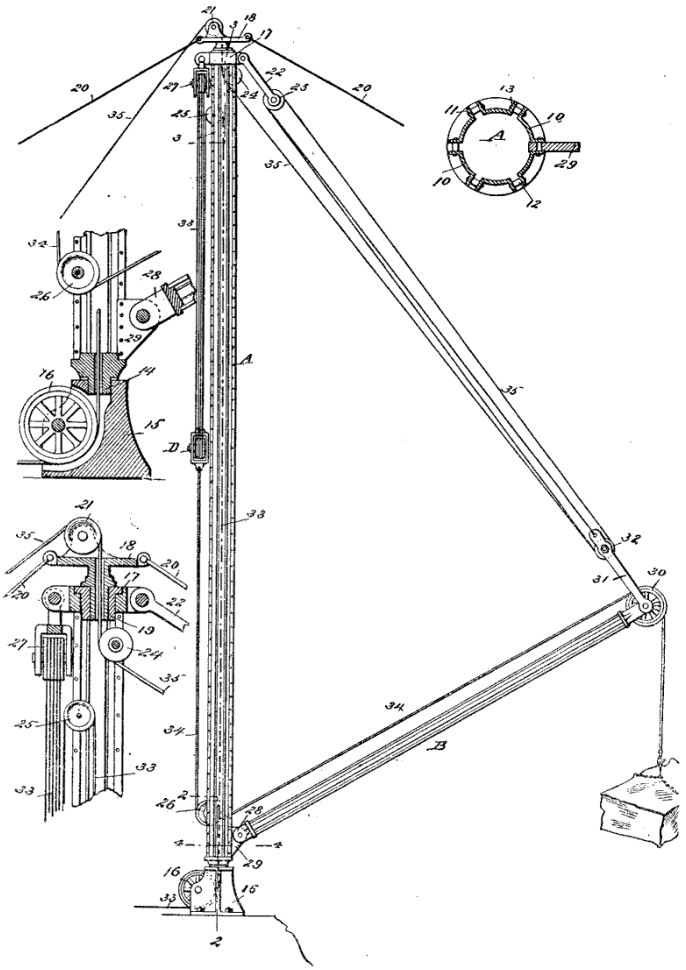


Fig. 199 à 202. — Derrick tubulaire de *F. Milliken*. Élévation. Coupe du mât. Détail du haut et du bas du mât.

A, mât tubulaire formé de six fers 10, à rivets 12 et nervures 11, à pivot 14, sur socle 15, recevant en 29 l'articulation 28 du bras B, également tubulaire, et suspendu par 31, 32 à la corde 35, 21, 24 de la volée. 33, corde à renvoi 16, concentrique à A, commandant par le mouflage D 27 la corde de levage 34, 26. 20, 20, haubans du chapeau 18.

roues 34 et 36 tournent, quand le pont est immobile, avec des vitesses égales et contraires. Au contraire, 36 tourne plus ou moins vite que 34, suivant que le pont s'éloigne ou se rapproche de 32; et, réciproquement, on fait avancer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou reculer le pont en retardant ou accélérant la vitesse relative de 36, au moyen d'un frein.

Les roues 34 et 36 commandent l'arbre de levage 41 par un train égalisateur représenté en fig. 170, et disposé de manière que sa vitesse reste invariable malgré les mouvements du pont. A cet effet, la roue 34 est calée, ainsi que le pignon 50, sur l'arbre 40, tandis que la roue 36, folle sur cet axe, est reliée au pignon 50 par la transmission 42. 43. 44, à train de White 45. 46. 47, dont l'axe 48 est calé sur l'arbre de levage 41 par le manchon 49. Comme les roues 45 et 50 tournent dans le même sens, avec des vitesses égales à

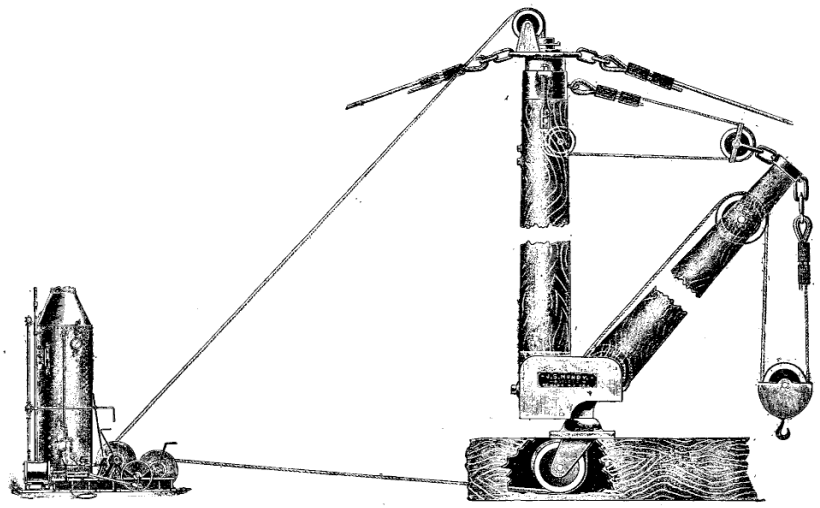


Fig. 203. — Derrick à vapeur de *Mundy*.

celles des roues 34 et 36, il en résulte que, tant que ces vitesses sont égales, le système 46. 48. 47 tourne d'une seule pièce avec 40 et 41 ; mais, dès que 45, par exemple, se met à retarder par rapport à 50, le train 48. 47. 45 se met à rouler sur 45 avec une vitesse égale à ce retard. Il en résulte que 41 tourne toujours avec une vitesse égale à la demi somme-absolue des vitesses de 34 et 36, laquelle est, en raison de la continuité de la chaîne, indépendante des mouvements du pont.

Ces mouvements sont commandés par un arbre 56, dont l'un des pignons, 55, est en prise avec le pignon 54 du train différentiel 53. 52. Ce train reste immobile tant que les roues 34 et 36 tournent à la même vitesse, mais il se met à tourner dans un sens ou dans l'autre, et plus ou moins vite, suivant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que l'on serre plus ou moins l'un des deux freins 34 ou 36. L'arbre 56 se termine, afin d'assurer le parallélisme du pont, par un second pignon 57, actionnant le train 64. 62 de touage sur la chaîne fixe 60 (fig. 167.

Dans le dispositif fig. 168, spécialement étudié pour les petits appareils à câble, les poulies 34 et 36 sont remplacées par des tambours 34^a. 36^a. d'où le câble sans fin passe aux tambours 33^a. 35^a, l'un calé et l'autre fou, sur l'arbre 70, et conjugués par un train de White 52.52 (fig. 169). Comme 34^a est calé sur l'arbre 40, à pignon. 50, et 35^a sur le manchon 71, fou sur

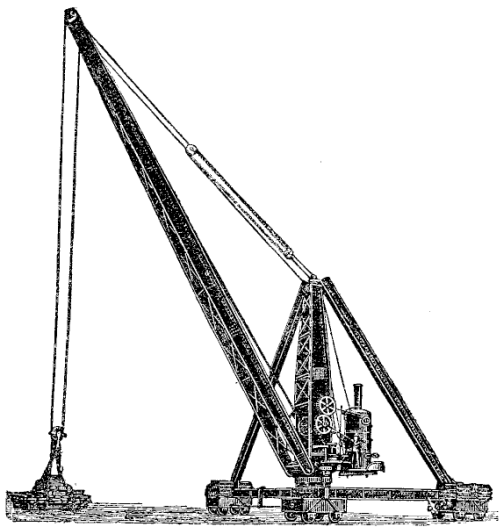


Fig. 204. — Derrick automobile anglais de *Wilson*. Puissance, 20 tonnes. Longueur du bras, 21 mètres. Poids, 51 tonnes. Poids de la pièce indivisible la plus lourde, 4 tonnes. Prix. 32 000 francs.

70, il en résulte que les pignons 45 et 50 tournent et agissent exactement comme ceux de la figure 170.

La manœuvre des ponts roulants de *Dixon* s'opère entièrement au moyen d'appareils hydrauliques. Ainsi qu'il est facile de le voir sur la fig. 171, qui représente schématiquement l'une des nombreuses combinaisons de M. Dixon. le pont avance ou recule, monte ou descend sur la figure, suivant que l'on déplace vers la droite ou vers la gauche l'ensemble des deux pistons M_6 et M_5, conjugués de manière que l'écartement de leurs poulies reste invariable. De même, le trolly t se déplace, à droite ou à gauche sur son pont, suivant que l'on déplace, à gauche ou à droite de sa position moyenne,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'ensemble des pistons conjugués M_1 et M_2. Enfin, la levée du crochet F se commande par le piston M.

On voit clairement en fig. 173 et 174 comment toutes ces manœuvres peuvent être également commandées par une seule corde $C_1 C_2 C_3 C_4$, continue et non brisée comme en fig. 171, d'une façon absolument précise et desmodromique (1).

Comme exemple de grues et ponts roulants à manœuvre hydraulique, je

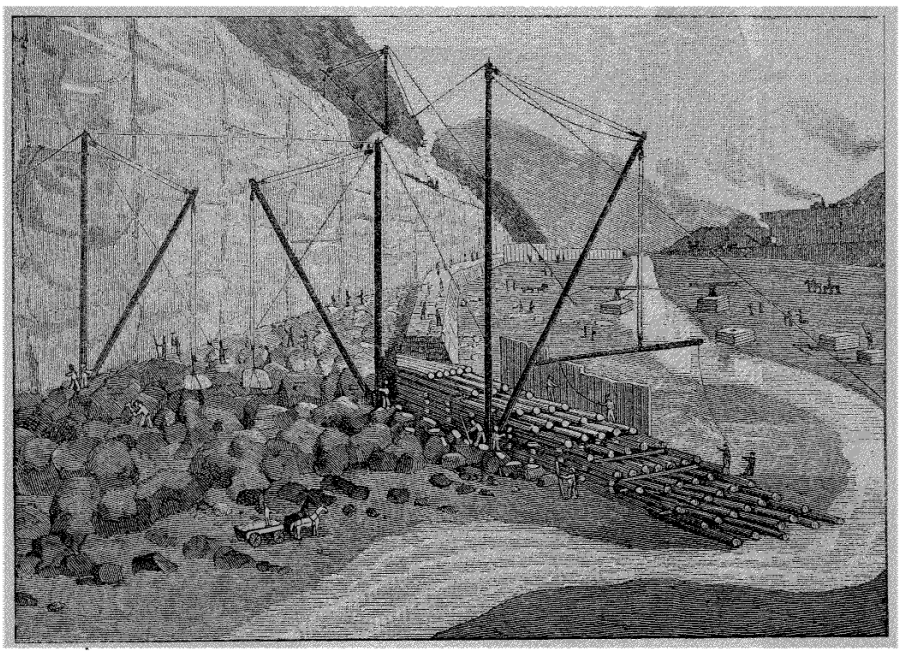


Fig. 205. — Emploi des Derricks à la construction du barrage de Corwell (New-York).

citerai les appareils de levage pour fonderies et forges de M. *Kennedy*, dont les figures 175 à 184 représentent un excellent type (2).

Le mouvement du pont est commandé par l'arbre 5, à pignons 7, en prise avec les crémaillères longitudinales 8, et mis en rotation par la prise, sur son filetage allongé 11 (fig. 179), de l'écrou 15 articulé par les tourillons 16 (fig. 176) qui en empêchent le coincement, au bras 14 du plongeur 10, actionné par les deux cylindres 9, fixés aux poutres 3 du pont.

(1) Voir aussi le brevet américain de Wood, 456 187, 21 juillet 1891.
(2) Voir aussi le *Portefeuille économique des machines* de mai 1892.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mouvement du chariot 19 sur le pont est commandé par les deux pistons 30, à chaîne unique 32, attachée au chariot.

La levée de la poche 35 est commandée par les deux cylindres 22, et sa bascule par les deux petits cylindres 44 (fig. 184) dont les tiges 40 actionnent la poulie 37 (fig. 175). Le mouvement de cette poulie est limité à l'arc

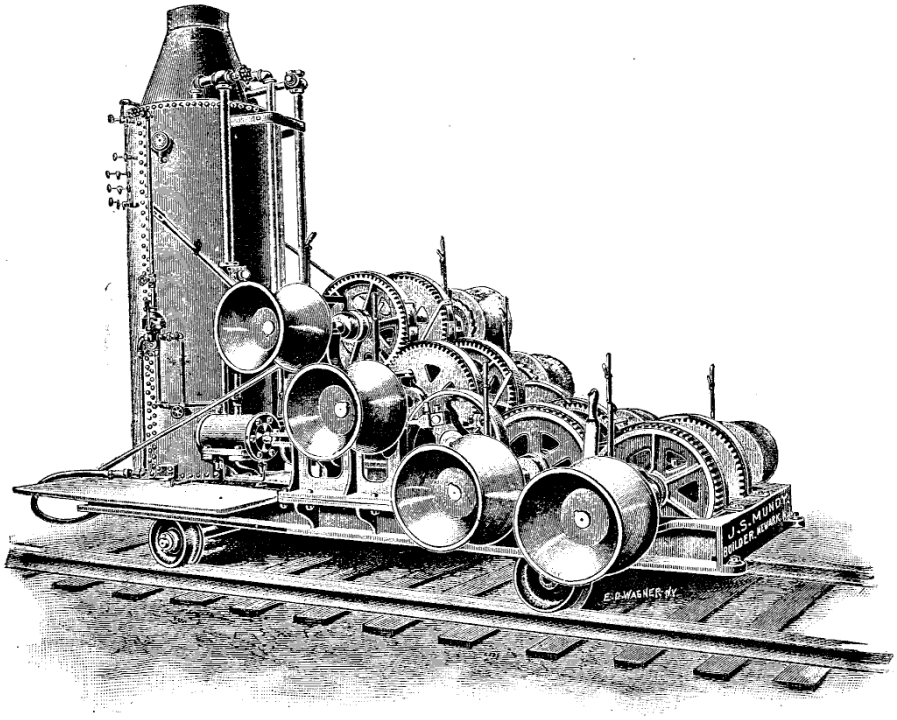


Fig. 206. — Treuils de manœuvre roulants *Mundy* à huit tambours indépendants. Chaudière à 100 tubes de 50 millimètres de diamètre. Poids, 10 tonnes. Prix, 14 000 francs.

nécessaire pour la bascule de la poche par les taquets 42. 43 (fig. 177) et son axe est relié à l'un des tourillons de la poche par un joint universel *b.c.d.e.* (fig. 183) qui se défait de lui-même quand on pose la poche à terre, de manière à lui permettre de sortir librement de ses crochets de levée 34. 34 (fig. 180).

L'eau sous pression, amenée (fig. 175) par les tuyaux 47, articulés en 48, passe à ceux 54. 55 du pont, par le raccordement 50, à distributeur 53, 52 (fig. 181).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un des systèmes de grues hydrauliques les plus employés aux États-Unis dans les aciéries et les fonderies est celui de *M. Holly*, déjà ancien, et qui a reçu, depuis la mort de ce célèbre métallurgiste, de nombreuses modifications. Les fig. 185 à 191 représentent l'un de ces types, des plus récents et des mieux étudiés, dû à *M. Scaife*.

Le mât de la grue se compose de trois parties : un cylindre moteur A, avec piston B, emboîté dans un manchon C, qui constitue la partie médiane du mât, et qui porte la tige supérieure D, guidée en E dans le cadre E *e' f*,

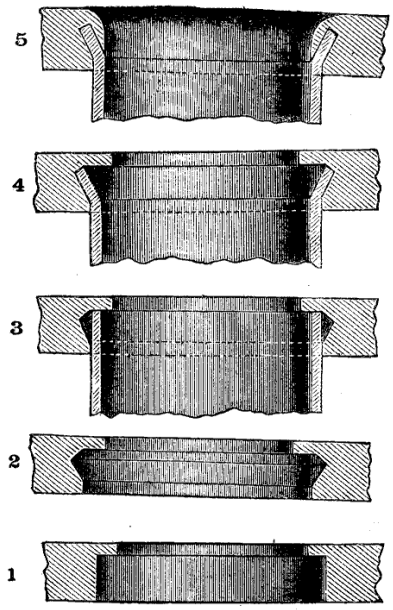


Fig. 207 à 211. — Sertissage des tubes de la chaudière *Mundy*. La plaque tubulaire fraisée (1), puis engorgée (2) a le tube mandriné comme de (3) à (4), puis encastré comme en (5).

avec anneau en deux pièces *g* (fig. 189) serré sous le collet *a'* de A, et roulant sur A par les galets *n*. Ce cadre neutralise toutes les réactions verticales de D, qui n'ont ainsi aucun effet sur le collier F de E.

La partie médiane C du mât renferme un réservoir d'eau sous pression *kk'* (fig. 190), constitué par un tube d'acier, dans le haut duquel débouche le tuyau de l'accumulateur l_1, à garnitures $i\,c_2$, accessibles par l'ouverture L, et qui n'empêche en rien la rotation du bras H, fixé à C, laquelle rotation entraîne par *jj'* le cadre E *e'*. Cette rotation est commandée par la chaîne *rr'*, à mouffles hydrauliques *sv' s'v'*, qui passe sur la roue *p*, solidaire de *f* (fig. 189)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est attachée en w à A, et dont les poulies v et v' se meuvent toujours en opposition, tantôt dans un sens tantôt dans l'autre (1).

Derriks. — Il convient de signaler tout particulièrement les grues à la volée, ou *Derriks*, employées presque universellement pour la construction des maisons. Ces appareils, dont les figures 192 à 205, qui s'expliquent suffisamment par leurs légendes, représentent les types les plus usités, sont très

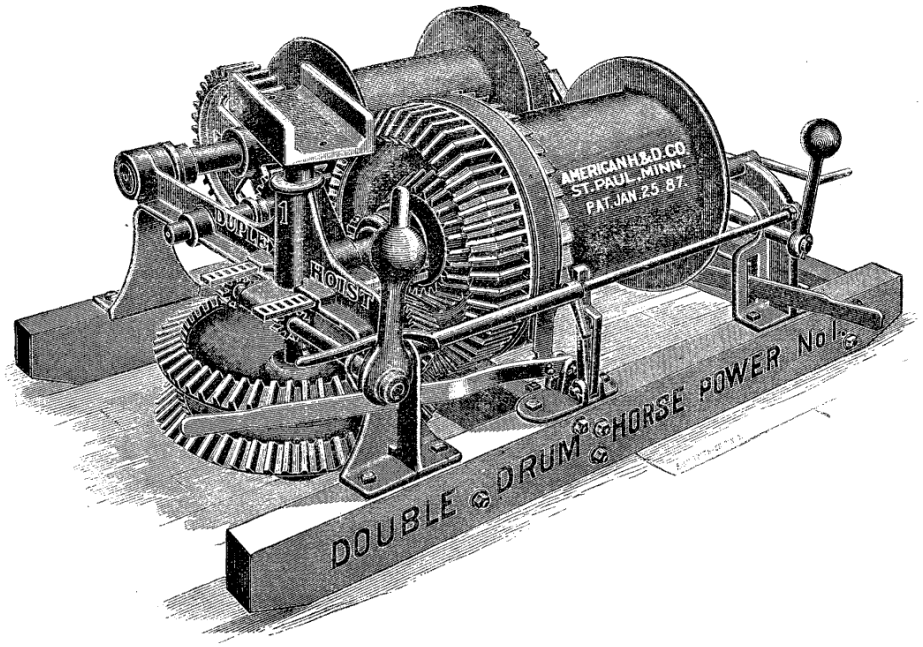


Fig. 212. — Treuil double à manège de l'*American Hoisting and Derrick C°*, à deux vitesses et deux tambours : un pour la levée, et l'autre pour la volée du Derrick.

rustiques, d'un maniement et d'un transport très aisés, et peuvent, comme l'indiquent ces figures, se prêter avantageusement aux circonstances les plus variées (2).

(1) A citer, parmi les appareils hydrauliques américains, ceux de la *Yale and Town Manufacturing C°* (Journal of the Franklin Inst. août 1883); de *Ridgeway* (American Machinist, 26 mars 1891); de *Graves* (American Society of Mechanical Engineers. Trans., vol. XII, 6 déc. 1890, p. 732) et de *Kennedy* (Portefeuille économique des machines, mars 1892).

(2) Voir aussi la « Revue générale des Sciences », 30 mai 1894, p. 353. « La Nature », 13 octobre 1894, p. 311. Le « Scientific American. Supp. », 14 avril 1883, p. 6059. A citer aussi les appareils français de *Borde et Averly* (Génie civil, 21 août 1888, p. 257). De *Mortet-Gossens* (La semaine des constructeurs, 7 nov. 1883, p. 223) et de *Couvreux et Combes*. (Brevet français, 24 249 de 1859).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut encore faire rentrer dans la classe des Derriks la petite *grue à foins* fig. 214, d'un type fréquemment employé dans les fermes, et d'un emploi très commode, concuremment avec les transbordeurs « *Hay Carriers* » dont les fig. 215 à 220 représentent un excellent type.

Les *treuils à vapeur* employées avec ces derriks ou dans les montages de ponts sont, en général, à plusieurs tambours indépendants, qui leur permettent de desservir plusieurs appareils ou manœuvres avec une grande

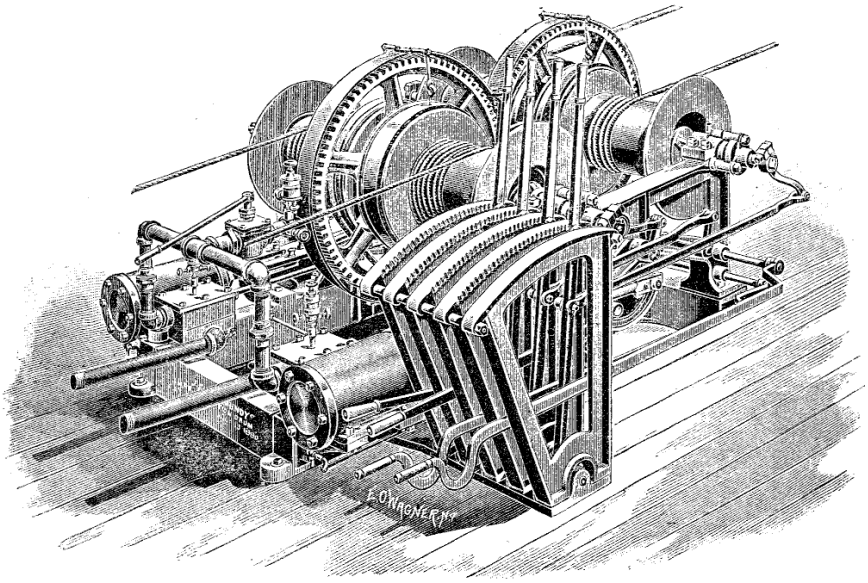


Fig. 213. — Treuil à vapeur *Mundy* à 4 tambours indépendants, embrayés par quatre leviers à secteurs, avec 4 pédales à frein qui serrent automatiquement quand on débraye.

facilité; les fig. 206 et 213 représentent deux de ces appareils, l'un fixe et l'autre roulant sur rails, des mieux appréciés aux États-Unis. Il en est de même du *treuil à manège* representé par la fig. 212.

A signaler encore, dans ce genre, les petites *chèvres à vapeur* sur roues, fréquemment employées dans les chantiers de canne à sucre, et dont la fig. 221 représente un type remarquable par sa grande légèreté.

L'on retrouve, appliqués sur les appareils de levage américains, un grand nombre de systèmes de freins et d'embrayages parfois très ingénieusement disposés, mais dans le détail desquels nous ne pouvons entrer ici, et dont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous décrirons d'ailleurs quelques types au chapitre des mécanismes; je me bornerai à attirer l'attention sur le dispositif particulièrement ingénieux de *M. Hart,* représenté par les figures 222 et 223. L'arbre A du treuil porte, au lieu du tambour habituel, un disque ou plateau vertical B, calé sur A, et un disque D, entraîné à rainure et languette par l'étoile C, et incliné, par la prise de son collet sur les galets du manchon F, de manière que la corde de levage soit constamment pincée et tirée entre la partie supérieure des deux disques B et D, puis lâchée en arrivant à leur partie inférieure. Le

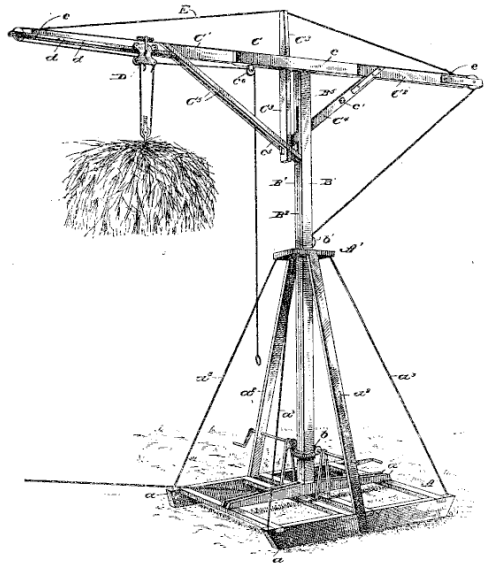


Fig. 214. — Crue à foins *Short.*

A a, base portant un mât B_2 B', pivoté sur a' par b, maintenu par A' a^2 a_3, avec bras c, armé par C_4 C_5 E. — c, corde de levage $b'c'$, et c_6 corde de translation du chariot D sur d d.

manchon F est buté par billes sur le plateau K, fixé sur A, et fileté de manière à permettre de régler par l'écrou G l'écartement des disques B et D. L'ensemble des systèmes est recouvert d'une garde qui empêche la corde de s'échapper d'entre le haut des disques B et D.

Ce système permet l'emploi d'une corde de longueur indéfinie, libre aux deux bouts, ainsi que de régler facilement et vivement la descente par G, sans fatiguer ni user sensiblement la corde. On l'a appliqué avec succès principalement à la manœuvre des canots sur les ponts des navires (1).

(1) *Journal of the Franklin Institute,* nov. 1890, p. 347.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le treuil direct ou tire-sacs de l'*Arthur C°*, représenté par la figure 224, fonctionne aussi par le pinçage de son câble 4 saisi, quand on tire la corde 5,

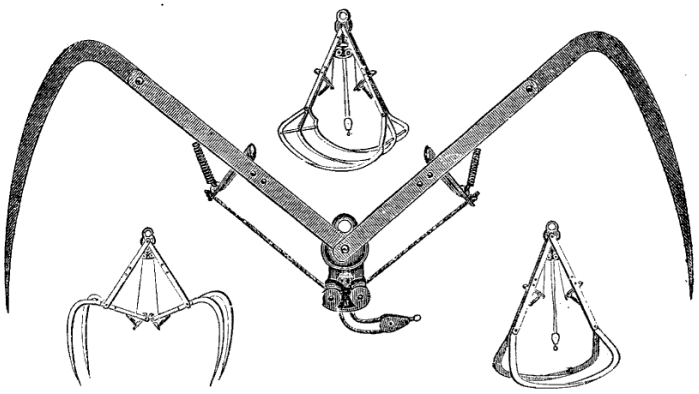


Fig. 215 à 218. — Fourche à foins *Noyes*, représentée ouverte pour saisir la meulette de foin, puis pour la décharger, puis fermée. La figure supérieure représente une fourche à 3 dents fermée.

entre la poulie 2, calée sur l'axe 10 de la poulie motrice 3, et les mâchoires de la poulie folle 1, appuyée sur 2 par son levier 8.

Palans. — Les variétés de palans, mouffles, etc., sont, il va sans dire,

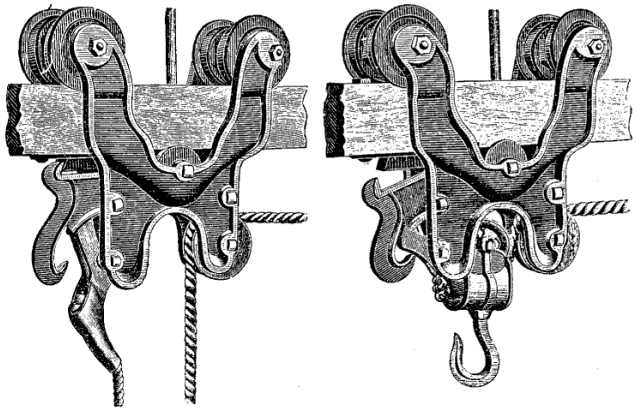


Fig. 219 et 220. — Chariot pour grue à foins *Noyes*. Représenté avec crochet déclanché pour chercher la charge, et avec crochet enclanché après levage, pour la translation du chariot ; a' quatre roues, sur portées en gaïac imprégné d'huile, n'exigeant aucun graissage, et à galet-guide inférieur. Prix 45 francs.

extrêmement nombreuses aux État-Unis. Au premier rang de ces appareils, il faut placer les palans différentiels de *Moore*, si répandus dans le monde en-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tier, et dont les figures 225 à 228 représentent l'une des meilleures dispositions. Ce palan se compose de deux poulies à chaînes E et F, folles sur les douilles fixes G de l'axe C, et à dentures intérieures F' et E', dans lesquelles roulent les pignons solidaires 12 et 13, fous sur la bague libre 14 de l'excentrique 11, à galets antifriction 16. La chaîne de levage H, au bas de laquelle

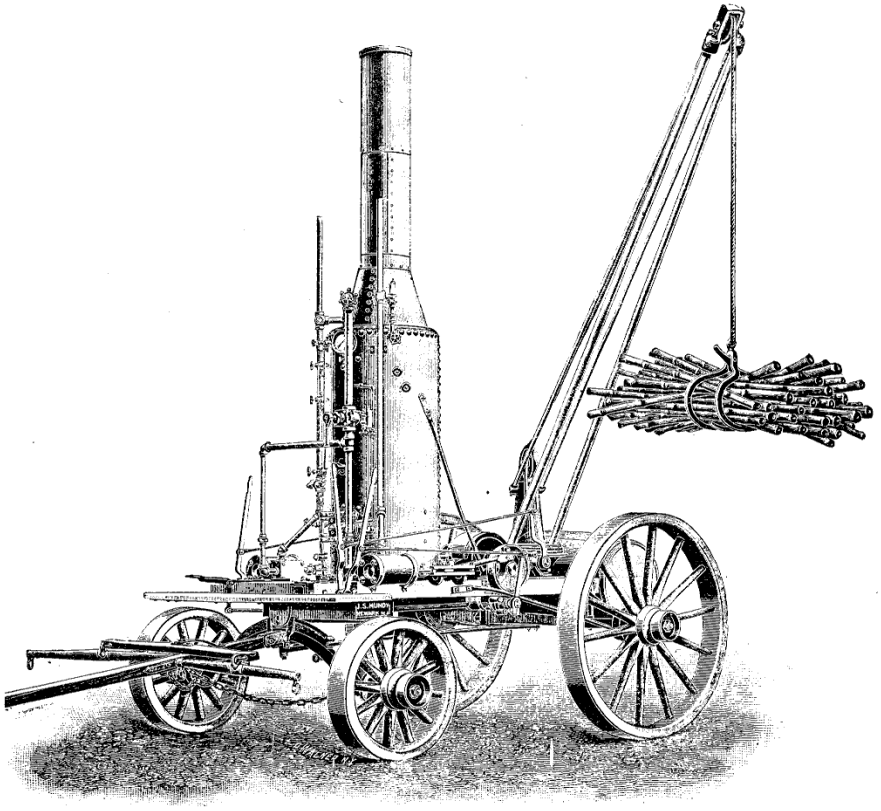


Fig. 221. — Grue roulante *Mundy*. Poids, avec sa charge de charbon pour une demi-journée, 1 530 kil. Charge, 250 kil. 3 tambours : un pour le levage, et deux pour la volée.

la charge est attachée par une poulie, entoure les poulies E et F de manière qu'elle tende à les faire tourner en sens contraires. Il en résulte que, si l'on désigne par E'. F'. 12 et 13 le nombre des dents des engrenages correspondants, les poulies E et F se déplacent l'une par rapport à l'autre de

$$\alpha = \frac{E'-13}{13} - \frac{F'\cdot 12}{12} \text{ tour}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par tour de C. C'est ainsi que, pour $E' = 28$, $F' = 38$, $13 = 22$, et $12 = 32$ on trouve $\alpha = \frac{1}{18}$.

Afin d'assurer la fixité de l'arrêt automatique de la charge en un point

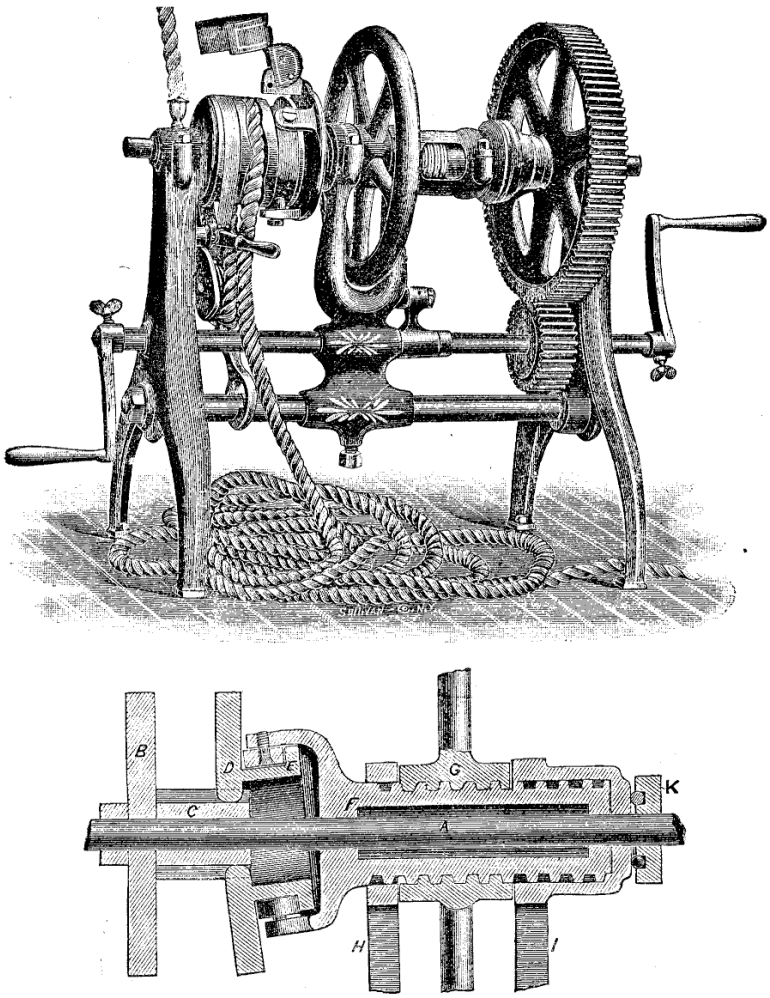


Fig. 222 et 223. — Treuil de *Hart*.

A, arbre portant un plateau B. C, étoile à quatre branches, calée sur A. D, plateau ondulé, en prise, avec l'étoile C, à manchon E, roulant sur les galets du manchon F, à volant écrou G, maintenu entre H et I, et permettant de rapprocher ou d'écarter D de B. K, butée à billes de A.

quelconque de sa course, dès qu'on lâche la corde de levage passée sur D, l'excentrique 11 porte un cliquet 16, qui empêche les galets 15 de rouler en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sens contraire du levage; le frottement de 14 sur la roue 12. 13 empêche alors toute descente de la charge autrement qu'en agissant sur D.

Le palan de la *Box C°* représenté par la fig. 229 appartient à la classe déjà nombreuse des palans à vis sans fin (1). La chaîne de levage passe sur

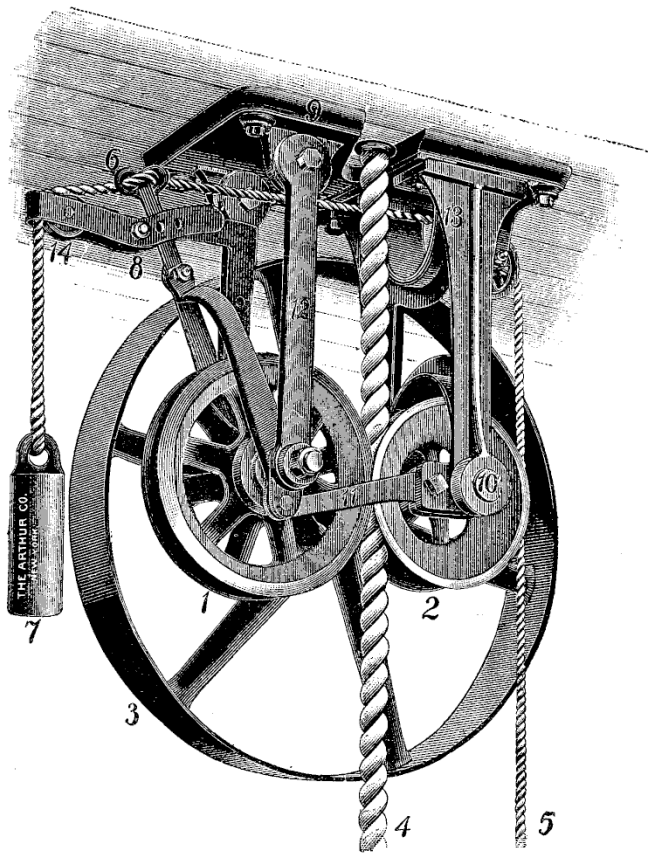


Fig. 224. — Tire-sacs *Arthur* (New York).

4, cable pincé quand on tire la corde 3, à rappel 6, 14, 7, entre la poulie 2, calée sur l'axe 10 de la poulie motrice, et la poulie 1, à axe excentré, rapprochée de 2, par le levier 8.

une seule poulie, solidaire de l'une des deux roues hélicoïdales du palan, qui sont conjuguées à la fois par deux pignons et par leurs deux vis sans

(1) *Verlinde* (Revue Générale des machines-outils, janvier 1888, p. 30). *Paris, Évrard et Cornevin* (Portefeuille des machines, mai 1886, août 1888). *Burton* (the Engineer, 26 août 1892, p. 169).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fin, l'une à droite l'autre à gauche, dont les poussées s'équilibrent sur leur axe. On a ainsi, outre cet équilibrage, l'avantage de répartir le travail de la levée, sur deux pignons hélicoïdaux moins fatigués qu'un seul. Pour doubler la puissance du palan, il suffit de fixer le crochet de la chaîne dans le maillon indiqué sur la figure au bas des flasques, et de passer une poulie dans la boucle ainsi formée, ce qui réduit de moitié la vitesse de la montée.

Le palan représenté par la fig. 230 peut être considéré comme formé de

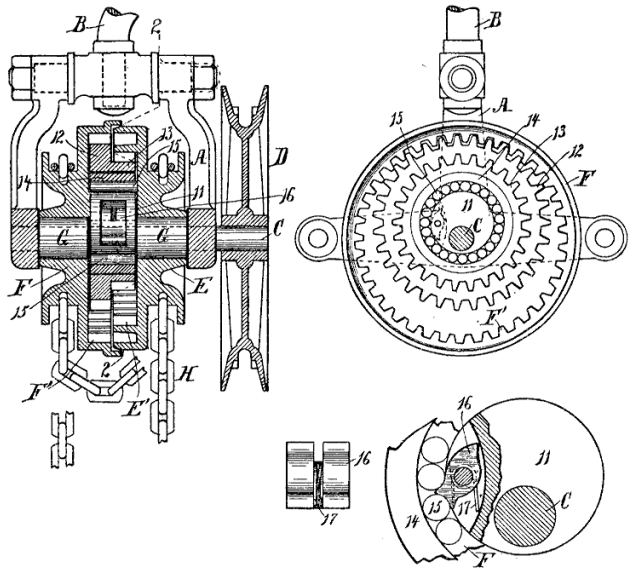


Fig. 225 à 228. — Palan différentiel *Moore*. Coupe orthogonale 2-2 et détail du cliquet de retenue.

E et F, poulies à chaîne H, folles sur les douilles fixes G, de l'axe C, et à dentures F′ et E′, dans lesquelles roulent les pignons 12 et 13, solidaires l'un de l'autre, et fous sur la bague 14 de l'excentrique 11, à galets de roulement 12. 16, cliquet de l'excentrique 11, qui, lorsqu'on lâche la corde de la poulie de levage D, empêche les galets 15 de rouler en sens contraire du levage, de sorte que le frottement de la bague 14 sur la roue 12. 13 empêche la descente de la charge.

la combinaison de deux appareils du type fig. 229 : le crochet de l'un, qui peut lever 40 tonnes, marchant six fois plus vite que celui de l'autre, au droit d'un essieu porteur plus faible que ceux de gauche. Le galet de gauche, commandé par un train de pignons, fait rouler le palan sur son pont. Les axes et le crochet pivotent sur des paliers à billes.

Je citerai encore les poulies très simples de l'*Energy Manufacturing C°*, dont le frein est fort ingénieux. Quand on tourne (fig. 231) la poulie de levage I dans le sens de la flèche U, l'excentrique 5 laisse le frein 4, entraîné

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par son frottement sur la couronne 2, s'écarter un peu de cette couronne, et permettre la levée de la charge; mais, dès que I revient un peu en sens contraire, 4, rappelé par son ressort 7, s'arc-boute et cale la charge; de sorte qu'il faut, pour la descendre, tirer la corde 12, ce qui desserre 4 par 3, et règle la descente par le serrage du frein 8.

Transporteurs à câbles aériens. — Les transporteurs aériens par câbles

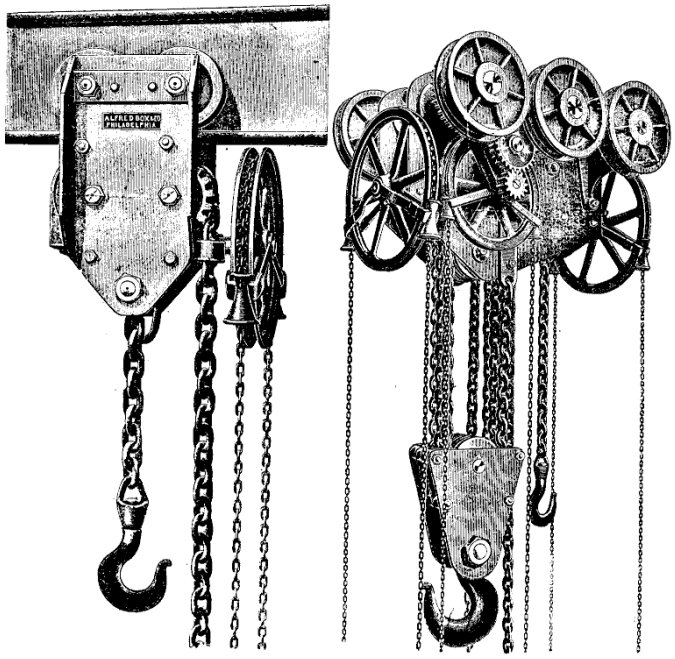


Fig. 229 et 230. — Palans *Box*.

— *Cableways* — sont bien connus chez nous[1]; mais on les emploie beaucoup plus fréquemment en Amérique pour les mines, les carrières, les usines et

(1) A consulter, sur ces transporteurs, les *Annales des Ponts et Chaussées* de novembre 1887 : « Note sur les câbles transbordeurs aériens, système Courjon », par M. Gros, et de septembre 1888 : « Étude sur les câbles aériens employés aux usages agricoles », par M. P. Bonhomme. Les *Annales des mines*, 1884, vol. V, p.430 : « Étude sur les câbles aériens », par M. L. Berger. La *Revue industrielle*, 23 sept. 1880 : « Transport aérien, système Beer ». *Génie Civil*, 10 oct. 1885 et 26 mars 1892: « Transporteurs Brenier et Negret », 25 avril 1871; « Transporteur Pichat, id. Moret »; *the Engineer*, 26 janvier 1894, p. 68, Transporteur Bullivant. *Société des ingénieurs civils*, novembre 1883. Chaîne flottante des mines de Dicido, par M. Brull. *Portefeuille économique des machines*, id. octobre, novembre, décembre : 1891 « Chemin à chaîne flottante d'Ain Saïda » et nov. et déc. 1885 : « Chemin de fer à chaîne flottante des carrières de Quenast ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les exploitations agricoles, qu'ils raccordent aux voies ferrées, les défrichements de bois (*logging*) et les travaux publics, où ils rendent, concurremment avec les Derricks, les plus grands services. Les figures 244 à 256, suffisamment expliquées par leurs légendes, permettront de se faire quelque idée de la variété et du nombre de ces applications.

L'un des systèmes les plus employés aux États-Unis est celui d'*Otto et Bleichert*, exploité par la Trenton. Iron C°. Je ne ferai que rappeler le principe de ce système, bien connu en Europe, et qui a été décrit bien des fois dans

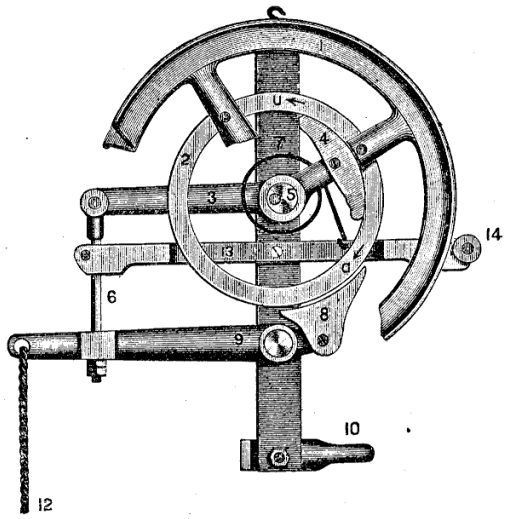


Fig. 231. — Palan de l'*Energy Manufacturing C°* (Philadelphie).

Quand on tourne la poulie de levage I suivant la flèche U, l'excentrique 5 laisse le frein 4, entraîné par son frottement sur 2, s'écarter un peu de 2; mais dès que I tourne en sens contraire, 4, rappelé par son ressort 7, s'arc-boute et cale I, de sorte qu'il faut, pour descendre la charge, tirer la corde 12, ce qui desserre 4 par 3, et règle en même temps la descente par le serrage du frein 9, 8.

la presse technique française (1). Nous décrirons seulement en détail l'une des dernières formes de *grip* ou mâchoire employée pour attacher et détacher automatiquement la benne du câble moteur.

Le principe de ce grip est indiqué par le schéma fig. 236. Les mâchoires k et k', de chaque côté du câble x, sont fixées à deux bras ou leviers a et b', pivotés en o et o', de sorte que le serrage, une fois amorcé par l'abaissement

(1) *Génie Civil*, 29 mai 1886, p. 92. *Revue industrielle*, 17 janvier 1891, p. 28, 9 sept. 1893, p. 355. *Portefeuille économique des machines*, février 1882, juin 1894. *Annales industrielles*, 3 mars 1889, p. 286. *Chronique industrielle*, 1er mars 1886, p. 207.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de k sur k', se continue jusqu'à l'arc-boutement par la rotation des leviers entraînés par le câble, quel que soit le sens de son mouvement.

On reconnaît en figures 232 à 235 les leviers a et b, pivotés autour des axes h et g du châssis m de la benne. L'axe h est excentré et commandé par le levier i, à contrepoids l. La mâchoire k est fixée rigoureusement sur a, tandis que k est fixé par le boulon s dans le carrelet d_1 de l'axe d, pivoté dans b,

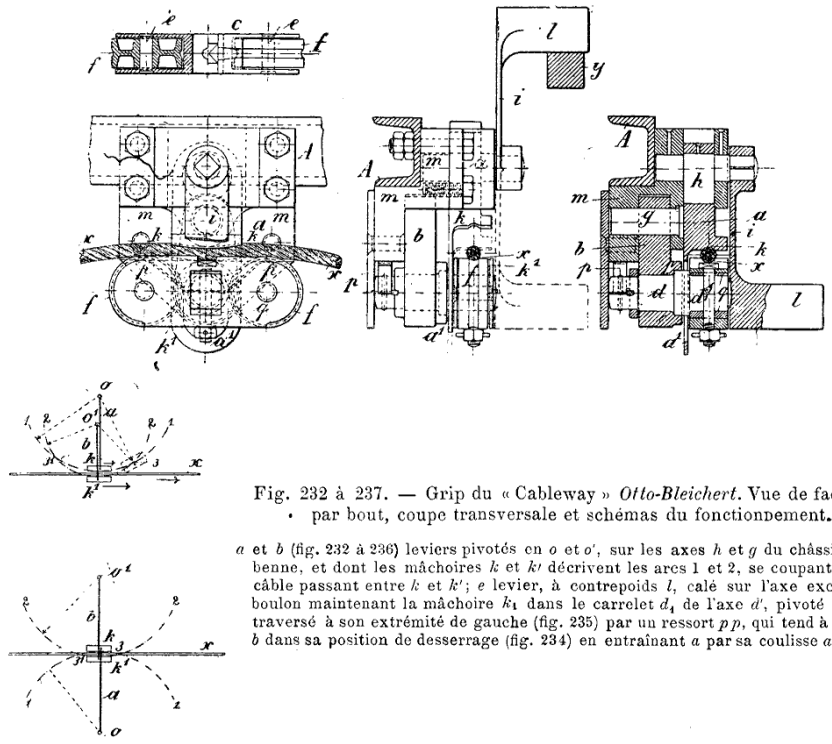


Fig. 232 à 237. — Grip du « Cableway » *Otto-Bleichert*. Vue de face, vue par bout, coupe transversale et schémas du fonctionnement.

a et b (fig. 232 à 236) leviers pivotés en o et o', sur les axes h et g du châssis A de la benne, et dont les mâchoires k et k' décrivent les arcs 1 et 2, se coupant en 3 3. x, câble passant entre k et k'; e levier, à contrepoids l, calé sur l'axe excentré h. s boulon maintenant la mâchoire k_1 dans le carrelet d_1 de l'axe d', pivoté dans b, et traversé à son extrémité de gauche (fig. 235) par un ressort $p\,p$, qui tend à maintenir b dans sa position de desserrage (fig. 234) en entraînant a par sa coulisse a_1.

et traversé par un ressort $p\,p$, qui tend à ramener b dans sa position moyenne verticale ou de desserrage, en entraînant a par sa coulisse a_1. Dans cette position (fig. 234) le câble x roule sur les galets $f\,f$. Pendant le serrage, le levier c occupe la position indiquée en pointillé en fig. 234, où il est maintenu par son contrepoids l, jusqu'à ce qu'il soit relevé automatiquement par des montées y, installées aux points de la ligne où l'on veut arrêter les bennes.

Dans la variante fig. 238, les leviers a et b sont disposés, comme sur le schéma fig. 237, de part et d'autre du câble. Le serrage, amorcé par l'excen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

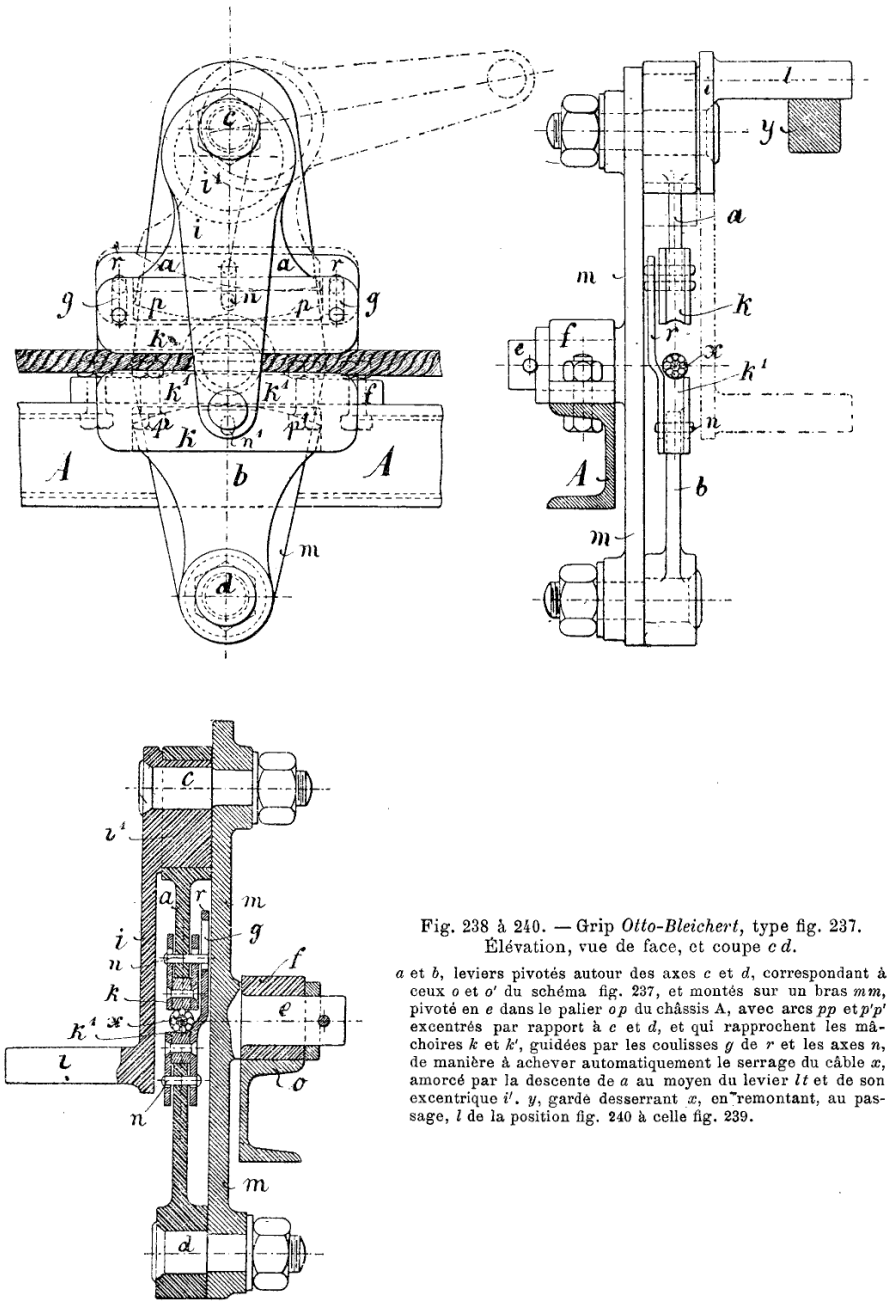


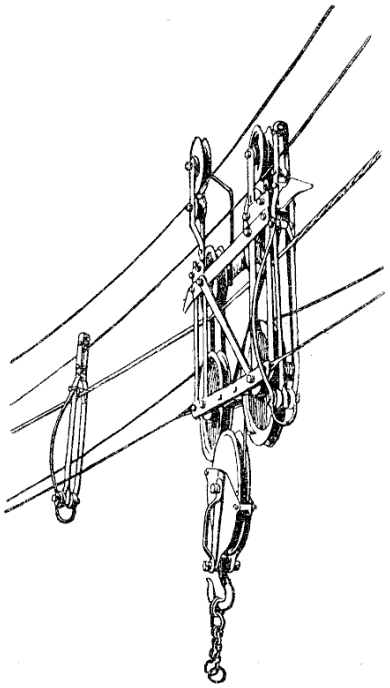
Fig. 238 à 240. — Grip *Otto-Bleichert*, type fig. 237.
Élévation, vue de face, et coupe *c d*.

a et *b*, leviers pivotés autour des axes *c* et *d*, correspondant à ceux *o* et *o'* du schéma fig. 237, et montés sur un bras *mm*, pivoté en *e* dans le palier *op* du châssis A, avec arcs *pp* et *p'p'* excentrés par rapport à *e* et *d*, et qui rapprochent les mâchoires *k* et *k'*, guidées par les coulisses *g* de *r* et les axes *n*, de manière à achever automatiquement le serrage du câble *x*, amorcé par la descente de *a* au moyen du levier *lt* et de son excentrique *i'*. *y*, garde desserrant *x*, en remontant, au passage, *l* de la position fig. 240 à celle fig. 239.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trique i de a, se continue automatiquement par l'entraînement de a et de b, dont les arcs excentrés p et p' repoussent les mâchoires k et k', qui se rapprochent parallèlement, guidées par les goupilles n n.

Les transporteurs Otto Bleichert sont, comme nous l'avons vu, très employés aux États-Unis, avec des inclinaisons allant parfois jusqu'à 45°, et dans des proportions souvent remarquables, avec des débits allant jusqu'à



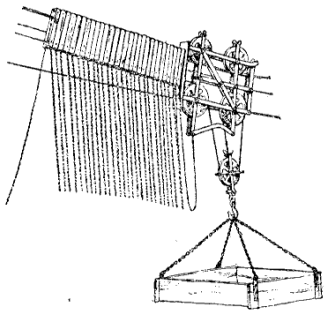


Fig. 241. — Vue perspective du chariot *Lingerwood* avec parachute *Miller*.
Fig. 242. — Parachute à chaînes déployées. A mesure que le chariot avance, il échelonne les parachutes à des écartements égaux à la longueur des chaînes pendantes, qui les relient l'un à l'autre.

100 tonnes par heure. Je n'en citerai qu'un exemple (1) : la ligne de la Split Road Cable C°, à Syracuse : transport de pierres à chaux de 5 kilomètres de long, — débit, 750 tonnes par jour, sur une faible pente : la différence des niveaux au départ et à l'arrivée n'étant que de 63 mètres. Cette ligne a transporté, en 1891, 196 000 tonnes, au prix de 0 fr. 18 par tonne-

(1) On en trouvera de nombreux exemples dans le *Portefeuille économique des machines* de juin 1894 et dans l'*Engineering Magazine*, avril 1894, p. 18. On les emploie aussi d'une façon parfois très hardie pour le service des voyageurs (*Scientific American*, 17 mars 1894, p. 161).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

kilomètre, tous frais compris. Ce prix est naturellement très variable, suivant celui de la main-d'œuvre, l'importance et l'activité de la ligne, et suivant qu'elle est automatique ou non ; il varie entre 0 fr. 09 et 0 fr. 30 par tonne-kilomètre : il en est de même du prix d'établissement, qui varie de 25 000 à 35 000 francs par kilomètre ; quant aux frais annuels d'entretien, ils ne dépassent pas, en général, 8 p. 100 du prix d'établissement.

Dans les principaux systèmes employés aux États-Unis : Otto-Bleichert-Lingerwood, etc., la voie comporte en général quatre câbles : le cable fixe

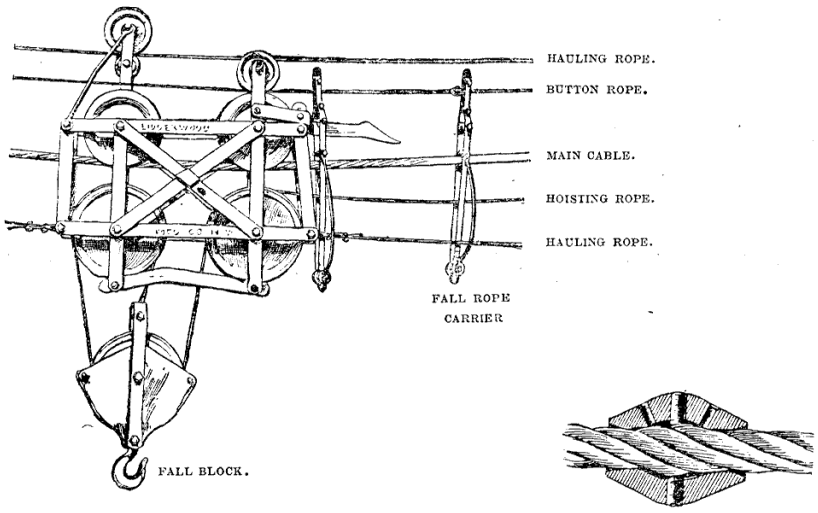


Fig. 243 et 244. — Voir *Lingerwood* avec parachute *Miller* et bouton.

ou porteur (*Main Cable*), fig. 243, ordinairement du type Bleichert à torons lisses, le câble sans fin tracteur (*Hauling Rope*), le câble leveur (*Hoisting Rope*) et la corde à boutons (*Button Rope*). Les trois premiers câbles se retrouvent dans presque toutes les installations analogues en Europe ; le quatrième fait partie d'un système fort ingénieux imaginé par M. *Miller* pour soutenir automatiquement la corde de levage à mesure qu'elle se déroule du treuil de manœuvre (fig. 241) en suivant le chariot. Ce système consiste à disposer sur un éperon à l'arrière du chariot une série de chevalets ou parachutes (*Fall. Rope Carriers*, fig. 243) constitués chacun par un étrier à deux galets reliant, comme on le voit en figure 243, quand le chevalet est détaché de l'éperon, la corde de levage au câble support, de sorte qu'il suffit de détacher successive-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment ces chevalets à mesure que le chariot s'avance, pour avoir la corde de levage suspendue en autant de points. Ce détachement s'opère automatiquement

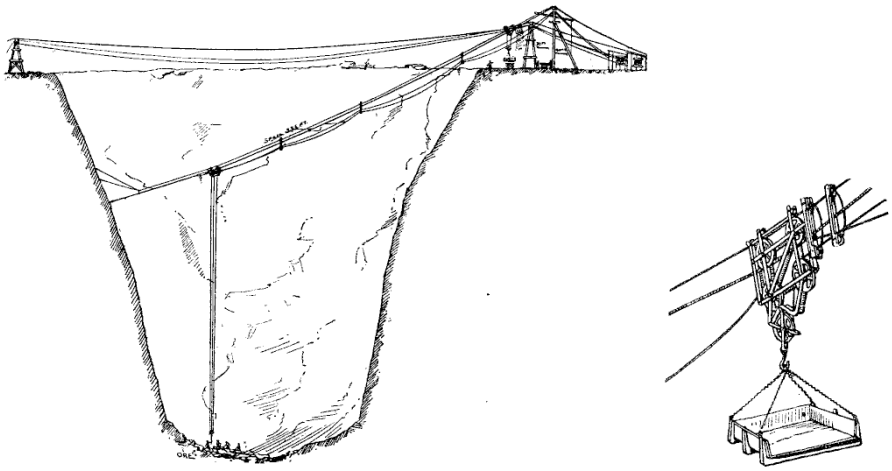


Fig. 244 *bis* et 245. — Exploitation d'une carrière à Tilly-Foster par les Cableways *Lingerwood*. Ensemble et détail d'un bac.

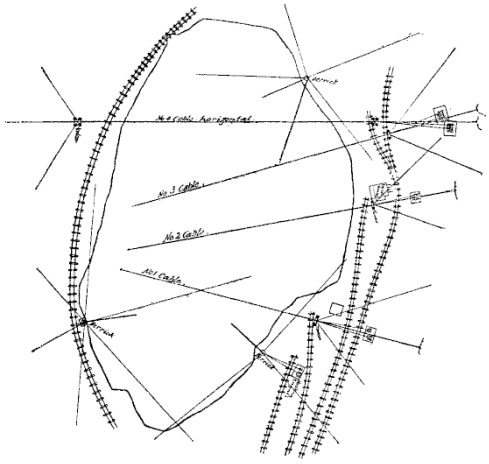


Fig. 246. — Exploitation d'une carrière par les cableways *Lingerwood*. Plan montrant la position des quatre câbles, des voies et des Derricks.

Portée entre les deux pylônes, 400 mètres; longueur totale du câble de roulage, de 13 millimètres de diamètre, 560 mètres. Débit, 140 mètres cubes de pierres par jour (*Engineering News*, 26 janvier 1893, et *Engineering Magazine*, nov. 1894, p. 244).

au moyen des boutons ou taquets enfilés (fig. 244) sur la corde à boutons, et de diamètres différents, correspondant successivement aux trous percés à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

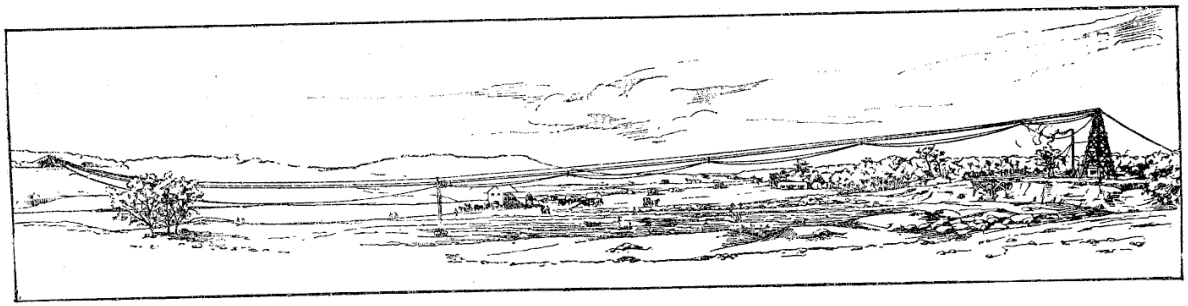


Fig. 247. — Emploi des Cableways *Lingerwood* à la construction du barrage d'*Austin*.

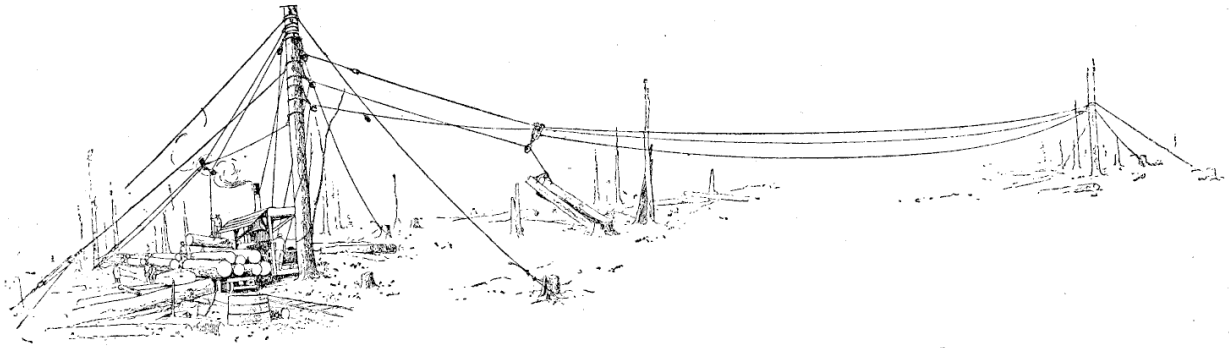


Fig. 248. — Déblayage des coupes en forêt par le Cableway *Butter Lingerwood*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

partie supérieure des chevalets, de sorte que le premier bouton, à partir du départ, traverse tous les chevalets, sauf (fig. 243) le premier à droite sur l'éperon, qu'il détache; puis le second bouton détache le second chevalet, et ainsi de suite, de manière que, à la fin du trajet, la corde de levage se trouve automatiquement suspendue à des intervalles fixés par l'écartement des boutons Au retour, l'éperon du chariot ramasse successivement tous les chevalets.

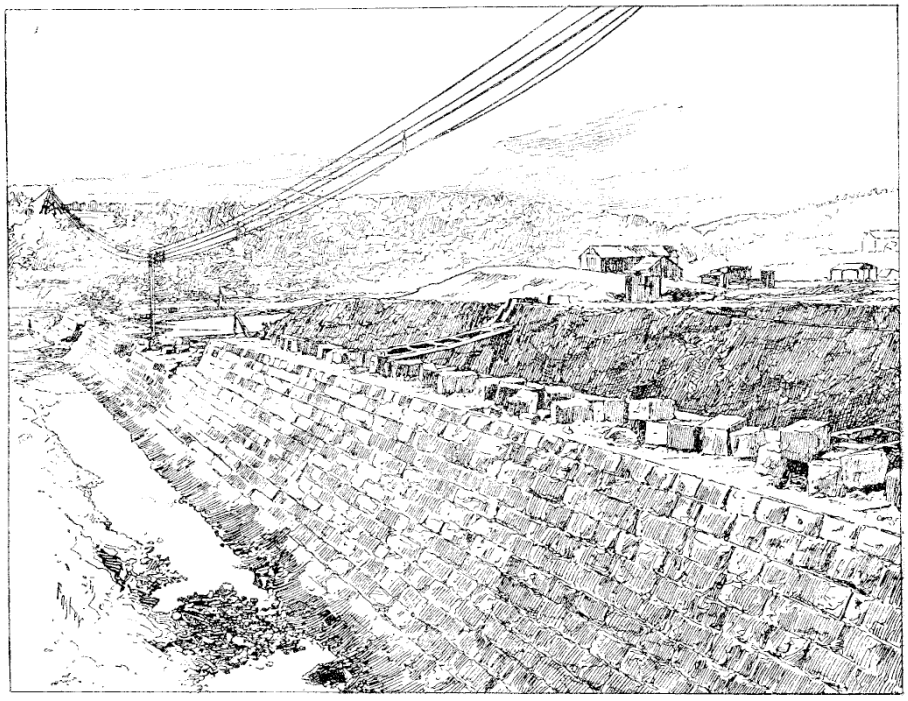


Fig. 249. — Manipulation des pierres sur le barrage d'*Austin*.

Ces chevalets ont avantageusement remplacé les appareils précédemment employés dans le même but, notamment les étriers à chaînes repliées (fig. 242), et permis d'atteindre des vitesses de 15 à 18 kilomètres à l'heure.

On a souvent occasion, principalement dans les districts montagneux, d'employer, comme plans inclinés automoteurs, des petits transporteurs, à câbles très simples et des plus faciles à installer, si possible entièrement automatiques, en raison du prix extrême de la main-d'œuvre : parmi ces systèmes, l'un des plus simples est celui à corde continue double de *Huson*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 257) à petites bennes, ne dépassant guère 60 kilogrammes, régulièrement réparties sur les deux brins de la ligne de manière à équilibrer le poids de leurs caisses.

Ces caisses sont suspendues par une barre pivotée dans la portée B. (figure 262) d'une pièce d'attache ou « Clip », reliée par des boulons E à un étrier C. Cet étrier, facile à remplacer, saisit le câble, et a ses trous FF tra-

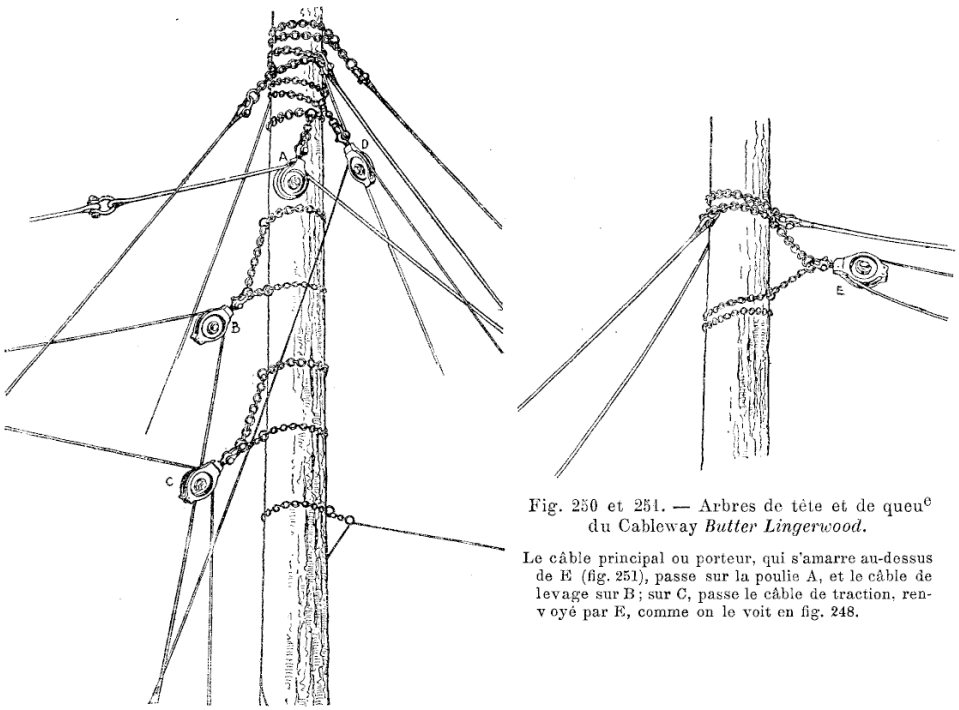


Fig. 250 et 251. — Arbres de tête et de queue du Cableway *Butter Lingerwood*.

Le câble principal ou porteur, qui s'amarre au-dessus de E (fig. 251), passe sur la poulie A, et le câble de levage sur B ; sur C, passe le câble de traction, renvoyé par E, comme on le voit en fig. 248.

versés par les boulons E, ainsi que les œillets des boulons AA, qui serrent le câble entre C et la pince D, à surface moulée sur ses torons.

A la partie supérieure de la ligne, le câble passe (fig. 266), comme au bas (fig. 264) sur une poulie à mâchoires automatiques réglables (fig. 263). Dès qu'elle y arrive, la benne a (fig. 266) sa tige saisie par une roue dentée, qui la maintient verticale, et lui fait entraîner, par une butée à ressort, un chargeur à galets porté par un rail circulaire incliné, dont une came ouvre la trémie au chargeur, qui se déverse ainsi automatiquement dans la benne, puis revient, lâché par la benne, à sa position primitive de chargement. La roue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dentée porte, en outre, un frein qui permet d'arrêter ou de ralentir à volonté. Arrivée au bas de la ligne, la tige de la benne rencontre d'abord (fig. 265)

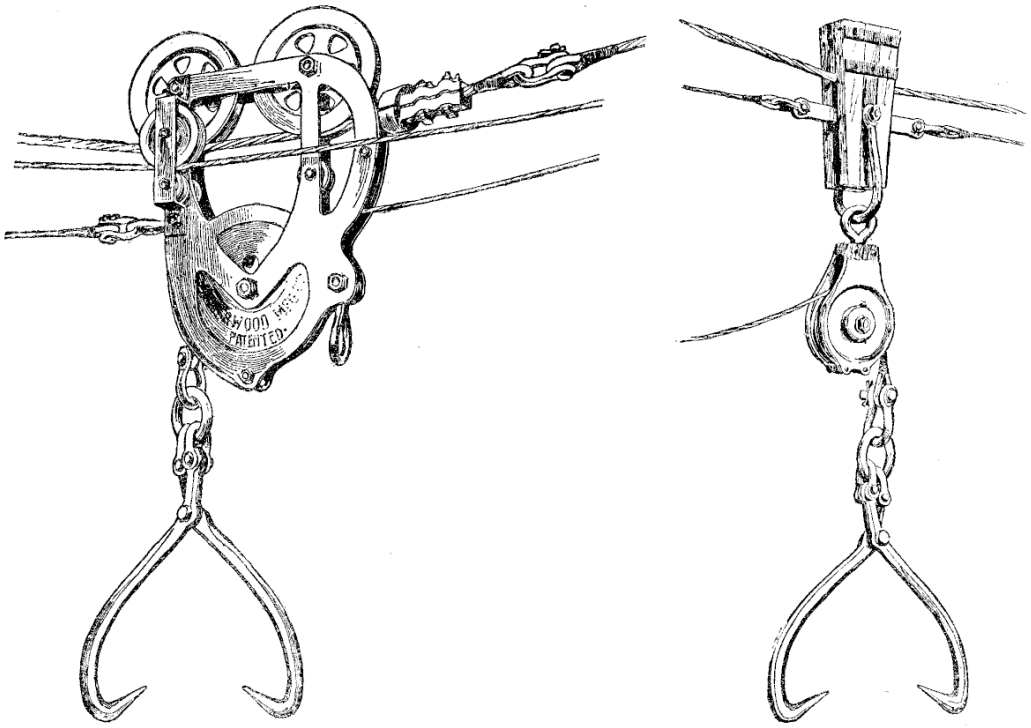


Fig. 252 et 253. — Chariots transporteurs et chargeurs *Butter Lingerwood*.

Le chargeur (fig. 253) prend l'arbre au transporteur (fig. 252) et l'amène au quai (fig. 248), avec un très faible déplacement sur le câble.

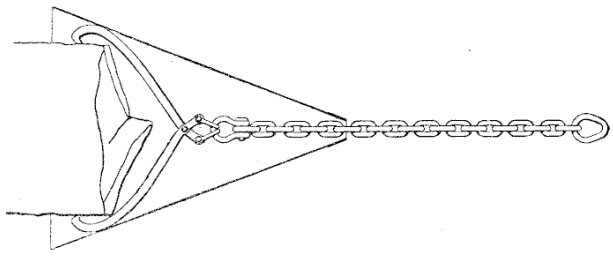


Fig. 254. — Cône de traction *Baptist*.

un petit chariot latéral, dont une barre l'amène de verticale à la position perpendiculaire au câble; puis, entraîné par le clip de la benne au moyen

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une butée articulée, ce chariot passe de la position figure 264 à celle de la figure 265, où il amène la tige de la benne en prise avec une roue dentée analogue à celle de la figure 266, après quoi le clip lâche la butée du chariot, que son contrepoids rappelle dans la position primitive figure 264, et la

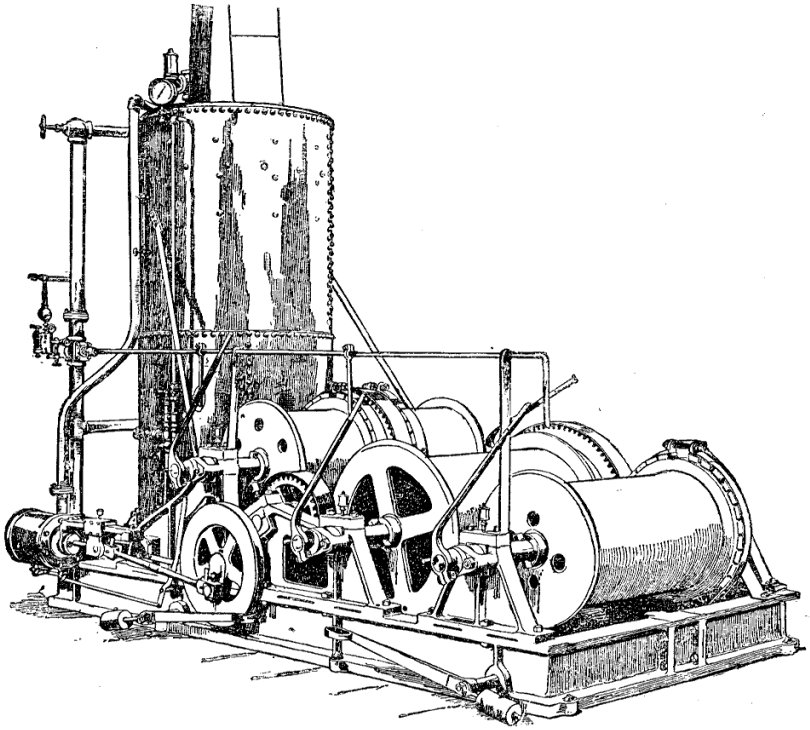


Fig. 253. — Treuil *Lingerwood* de 50 chevaux : deux cylindres à vapeur de 250×250 millimètres, avec treuil à 4 tambours indépendants. L'avant, de 60×1m,15 de long, pour le levage; le médian, de 750×1m,22, pour le roulage; les deux d'arrière, près de la chaudière, de 460×535, pour le chargement, le roulage et la levée à quai.

roue dentée fait, comme on le voit en figure 264, basculer la benne, toujours entraînée par le câble.

La figure 267 représente un chargeur intermédiaire, que l'on peut placer en un point quelconque de la ligne, et qui fonctionne comme celui du plan supérieur.

Les appareils Huson sont très répandus — on en compte environ 90 kilomètres, — ils peuvent, à la vitesse de un mètre environ par seconde, débiter, avec des bennes de 60 kilogrammes, environ 26 tonnes de terres par jour.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On se fera une certaine idée de l'application des transporteurs à câbles dans les exploitations forestières par les figures 248 et 256 qui représentent des applications du système *Butter*, exploité par la compagnie Lingervood.

Le câble porteur fixe (*Main Cable*) passé sur un palan A (fig. 250), est tendu entre deux arbres, écartés de 200 à 250 mètres, par un moufle amarré

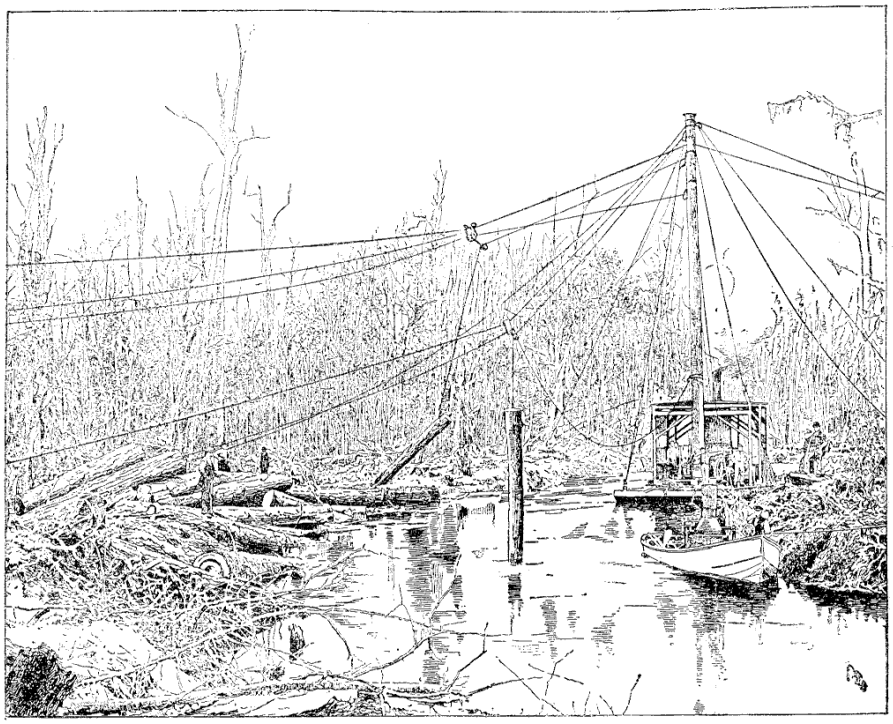


Fig. 256. — Transbordement des arbres en rivière, par le Cableway *Lingerwood et Butter*.

à un tronc d'arbre. Sur ce câble, roule le chariot figure 252, dont la translation est commandée par un câble de traction (*Outlaut Rope*) renvoyé par les palans C et E, et le levage par la *Hoisting Rope*, à palan B. De l'un des arbres : celui qui se trouve près de la voie ferrée (fig. 249 et 250) partent en outre deux autres câbles : l'un fixe, le câble de chargement (*Loading Cable*), sur lequel est attaché le chariot fig. 253, et la corde de levage de ce chariot, passée sur le palan D. (fig. 250). Après avoir transporté les billes de bois par le chariot figure 252 à la portée du chariot chargeur figure 253, on les charge

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur les wagons au moyen de ce dernier chariot, pendant que le grand chariot (fig. 252) va chercher de nouvelles billes.

On emploie comme force motrice une machine à trois treuils (fig. 255) de 40 à 50 chevaux. Chacun de ces treuils est indépendant des autres, avec

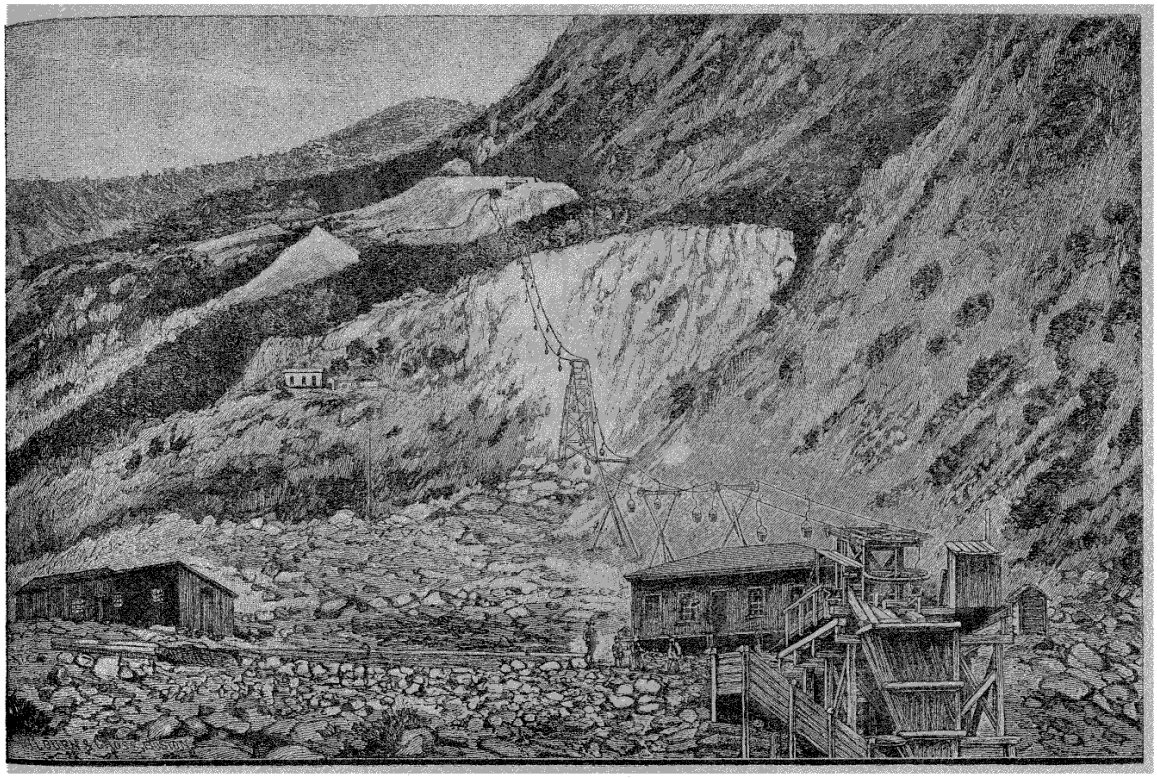


Fig. 257. — Ensemble de Cableway *Huson* de Pay. Rock, à Silver Plume (Colorado).

embrayage à friction et frein. Le premier, à l'avant, commande la translation du chariot principal (fig. 252), et le second son levage; le troisième est à deux tambours indépendants, commandant l'un la translation et l'autre la levée du chariot de chargement (fig. 253).

Dans certaines exploitations, notamment en Louisiane, on traîne des billes à de longues distances, jusqu'à un kilomètre en pleine forêt, en les tirant par un treuil à vapeur à l'aide d'un crochet protégé (fig. 254) par un cône

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en acier. On traîne ainsi des arbres entiers, de 20 mètres de long, à travers tous les obstacles, à la vitesse de $2^{m},50$ à 3 mètres par seconde.

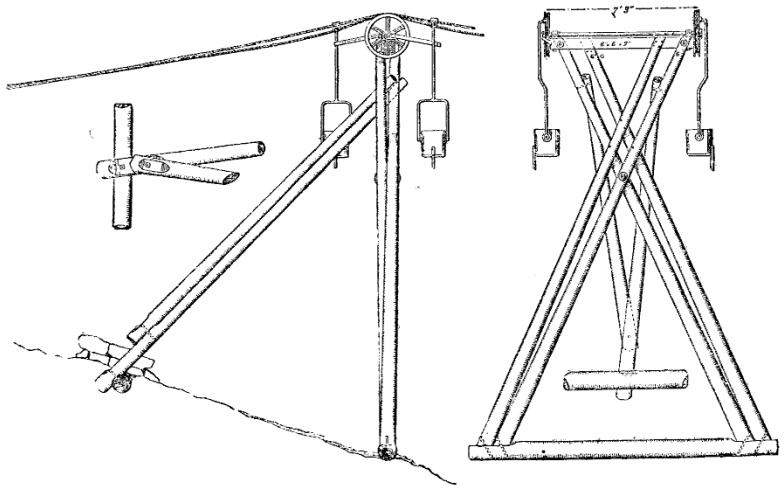


Fig. 258 et 259. — Chevalement double pour Cableway *Huson*.

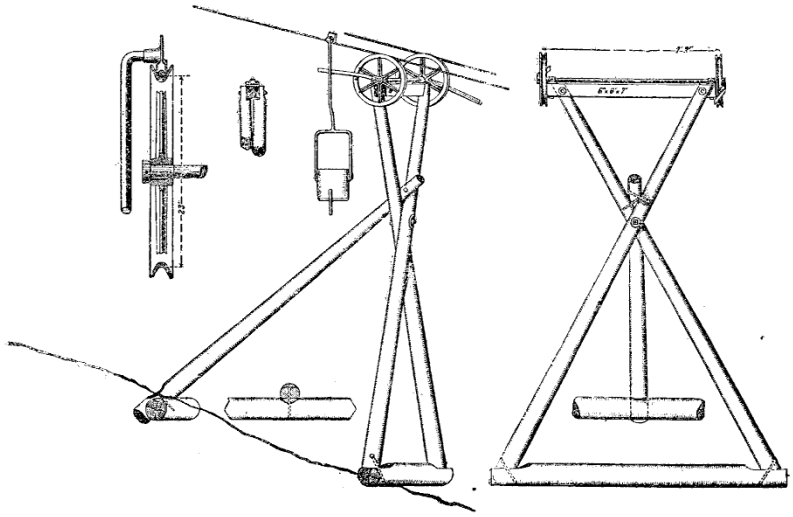


Fig. 260 et 261. — Chevalement simple pour Cab'eway *Huson*.

Le système tout récent de M. *R. Lamb* est (figure 268) remarquable par la simplicité de son ensemble et par le caractère ingénieux et pratique de ses détails de construction.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le câble fixe C, de 25 millimètres de diamètre, à torons lissés et en longueurs de 140 mètres, est supporté par des encorbellements constitués chacun par un fer a' T (A *a b*), fixé au poteau ou à l'arbre B' à environ 5 mètres du sol : au bas, par une fiche *c*, et à la partie supérieure par deux crampons recourbés C *h*, articulés en *e* à un sabot *d'* (figures 278 et 279), attaché sur *a*

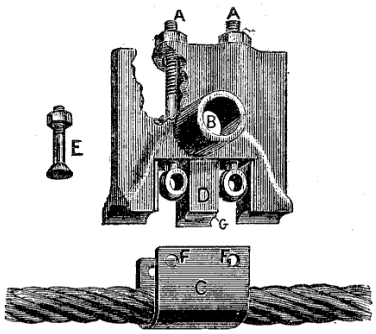


Fig. 262. — Impression du Cableway *Huson*.

par deux boulons *f* et un étrier *g*. Les milieux *j* des crampons *c* sont réunis par une chaîne *k*, tordue de manière à les rapprocher sur B, et qui porte les poulies J du brin de retour du câble de translation H.

Le câble repose sur un support formé par un bloc D, à section demi-cir-

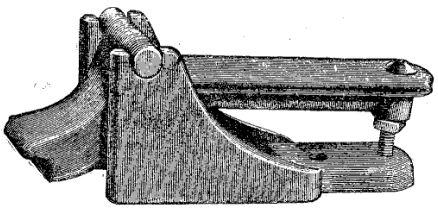


Fig. 263. — Mâchoire de poulie *Huson* à serrage réglable par une butée à vis.

culaire (fig. 272) épousant la forme naturelle de sa courbure, fixé sur *a* par les boulons *p* et son épaulement *m*, et couronné d'une arche *o* (fig. 269) achevant de canaliser le passage du câble, et fixée sur D par les boulons à coins *q*.

Le chariot, à deux galets porteurs *s.s*, reçoit en *r*. la maille du moufle de levage *a*, et en G l'attache ou *clip* du câble tracteur H, formée (figures 274 et 275) d'un bloc encastré en *w*. *w* dans les flasques de la tige F du chariot,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

auxquelles il est fixé par une goupille c', et dont l'avant d' pince le câble H au moyen du clip e', à écrous de serrage f'. Le brin d'aller du câble H, à 19 torons et de 13 m/m de diamètre, est supporté, en chaque corbeau A, par une poulie I, suspendue par le châssis $i i' g$ au boulon h de a, et le châssis $i i$ porte un guide l, disposé de manière à écarter sûrement F de H au passage d'un support a.

Le moufle C_3 est (fig. 280 et 281) du système *Kerr*, pourvu d'un frein

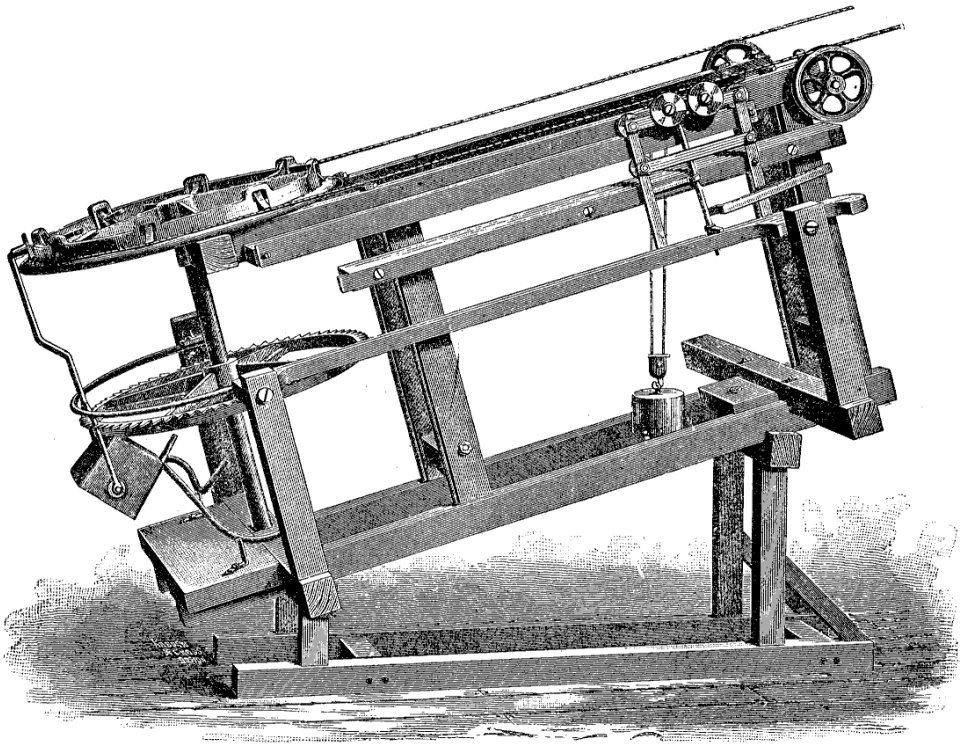


Fig. 264. — Cableway *Huson*. Bas de la ligne. Bascule de la benne.

consistant en un coin b_2, que l'on monte ou descend par le levier d_3, manœuvré en e_3, suivant que l'on veut lâcher ou arrêter la charge.

La figure 282 représente l'ensemble du système appliqué à une ligne de 800 mètres de long. Le système est complété par des jeux de palans rattachés à des arbres de part et d'autre de la voie, et permettant de lui amener les billes à la main ou en rattachant les cordes de ces palans au chariot de la voie. M. Lamb donne, comme évaluation du débit de son système, le trans-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

port en un jour, avec une équipe de six hommes, de 12 000 mètres de bois en terre-plein, et 7 500 mètres en friche.

M. Lamb a aussi appliqué, pour le transbordement des billes à longues distances, un système de *Telpherage* électrique analogue à ceux de *F. Jenkin* (1). L'appareil se toue sur un câble fixe de 137 m/m de diamètre, à un seul brin, remplaçant le câble toueur H, et enroulé deux fois autour d'une poulie commandée au moyen d'une transmission à vis sans fin par la dynamo que

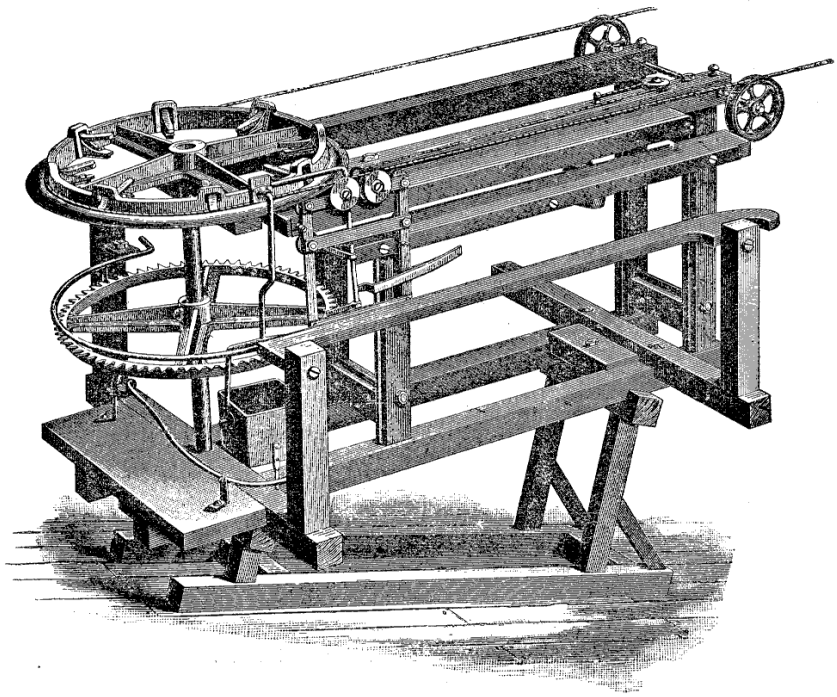


Fig. 263. — Cableway *Huson*. Bas de la ligne. Engagement de la benne.

porte l'appareil. La dynamo de 5 kilowatts fait 1 340 tours par minute, et le chariot 10 kilomètres à l'heure : il reçoit son courant à 220 volts par ses roues motrices, et du câble principal ou porteur : le retour du courant se fait par le câble toueur et des prises de terre aux supports. C'est là une application des plus intéressantes de l'électricité, et qui paraît *a priori* la solution la plus logique du transport en forêt à longues distances ; mais nous n'y insisterons

(1) *La Lumière électrique*, 5 mai 1883, p. 23 ; 16 mai et 13 juin 1885, p. 327 et 507.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas davantage, parce qu'elle sort du domaine de la mécanique générale proprement dite (1).

Il faut ranger immédiatement à côté des transporteurs par câbles suspendus proprement dits les transporteurs *mixtes*, où le chariot, porté par des poutres suspendues, est traîné par un câble. C'est un système qui, en principe,

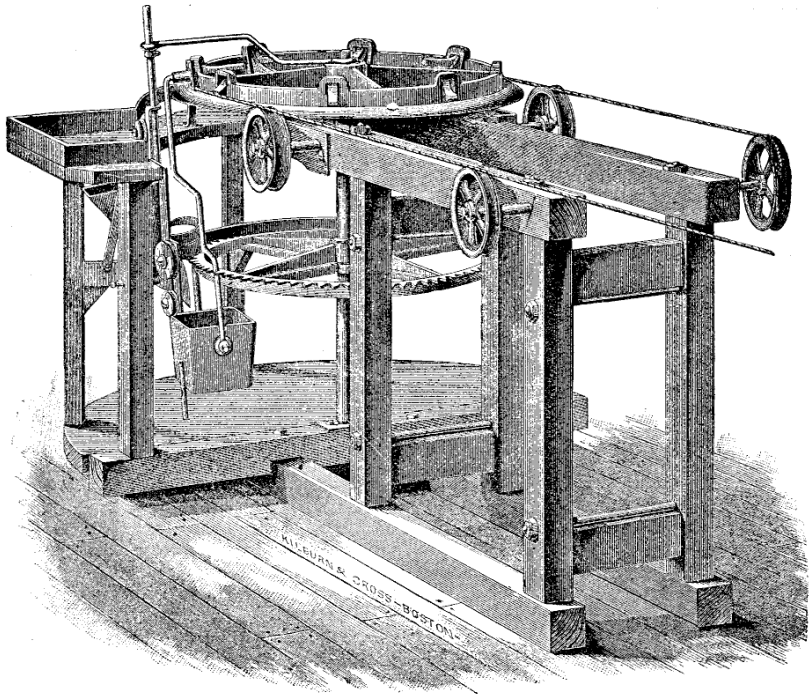


Fig. 266. — Cableway *Huson*. Haut de la ligne.

convient parfaitement pour les gros transports à poste fixe de certaines usines, dépôts de charbons, magasins, gares de marchandises, etc., où l'on n'a pas à craindre une dépense d'établissement assez élevée, et aussi pour des installations permanentes à grande vitesse et à longues distances.

Comme exemple de ces transporteurs mixtes, je décrirai celui de *Miller* et *Covell*, adopté par Lingerwood Manufacturing C° (2).

(1) Consulter, sur les appareils Lamb, *American Society of Civil Engineers*, Proc., août 1894 « Steam and Électric Cableway » by R. Lamb, et le *Scientific American* du 1er sept. 1894, p. 137.

(2) A citer aussi celui de l'« *Acme Steel Tramway* » adopté par la *Trenton* C°. « Portefeuille économique des machines », juin 1894, p. 84.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ce système, la corde sans fin a (fig. 283) son brin supérieur guidé par des galets fixes, comme l'indique la figure 287, et son brin inférieur attaché directement au chariot b (fig. 283) qui roule sur les voies $a\,a'$. Ce chariot porte une poulie sur laquelle passe la corde de levage d, qui va s'accrocher à l'avant du chariot, après avoir passé sous le palan e. Cette corde est supportée, à des

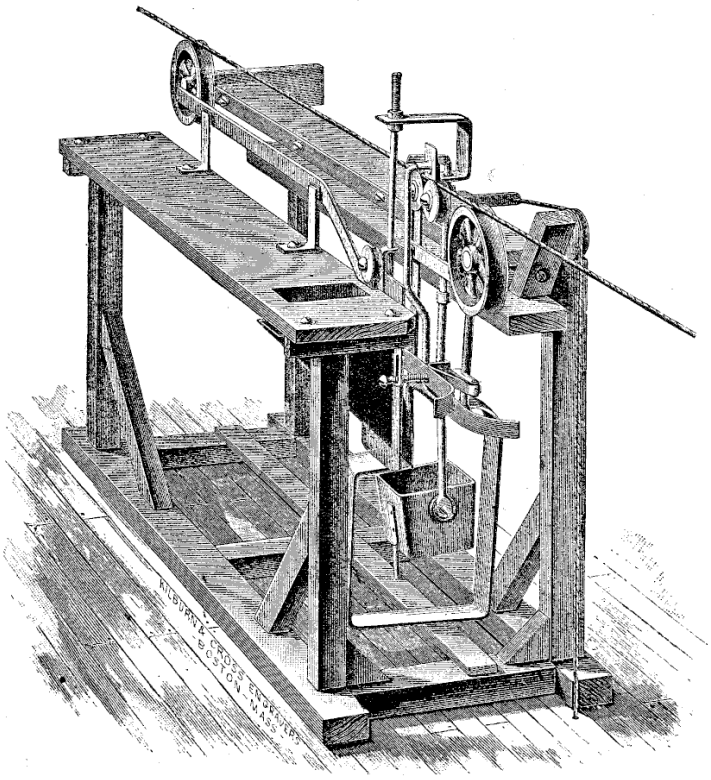


Fig. 267. — Cableway *Huson*. Chargeur intermédiaire.

intervalles égaux le long de la voie, par des galets $f\,f'$, très ingénieusement disposés de manière à se défiler au passage du chariot puis à reprendre automatiquement leur place sous la corde d après le passage du chariot. A cet effet, ces galets sont portés par un bras l, pivoté autour d'un bras l_3, avec galets o, roulant sur le plan incliné fixe n. Quand le chariot arrive au support l, il repousse, par sa palette $c\,c'$ (fig. 283) le bras l autour de l_3, malgré son poids et l'action du ressort k, de sorte que les poulies $f.f.$ se défilent, laissent passer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le chariot, puis reviennent aussitôt se placer sous la corde *d*, dans leur position normale, indiquée en figure 285, où *h* reste appuyé en *j'* sur le talon *k*.

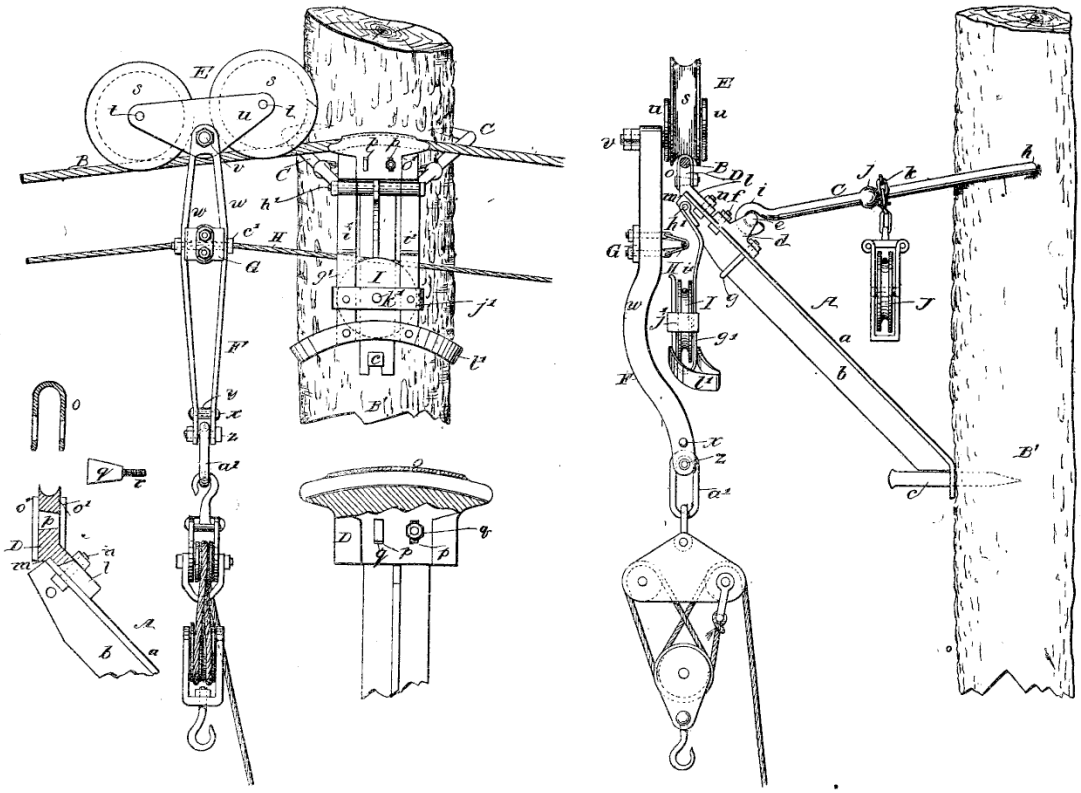


Fig. 268 à 273. — Cableway en forêt *Lamb*. Élévation et vue latérale du chariot et d'un support. Détails divers.

B, câble fixe, porté par des encorbellements constitués chacun par un fer à T (A *a b*), fixé au poteau : au bas par une fiche *c*, et à la partie supérieure par deux crampons recourbés C *h* (fig. 274), articulés en *e e* à un sabot *d* (figures 278 et 279) attaché sur *a* par deux boulons *f* et un étrier *g* (fig. 272). Les milieux *j* des crampons *c* sont réunis (fig. 274) par une chaîne *k*, tordue de manière à les rapprocher sur B', et qui porte les poulies J du brin de retour du câble de translation H. D, support *a'* section demi-circulaire (fig. 275) épousant la courbure naturelle du câble B, fixé sur *a* par les boulons *p*, avec épaulement *m*, couronné d'une enveloppe *o* (fig. 271), achevant de canaliser le passage du câble, et attachée sur D par les boulons à coins *q*. E *u* F, chariot à deux galets porteurs *s t*, recevant en *z* la maille *a* du moufle de levage, et en G l'attache du câble tracteur H formée (figures 274 et 275) d'un bloc encastré en *w*, *w* dans les flasques de la tige F *v* du chariot auxquelles elle est fixée par une goupille *c'*, et dont l'avant *d'* pince le câble H au moyen du clip *e'*, à écrous de serrage *f'*, I poulie, supportant le câble H, et suspendue par le châssis *c' c'* au boulon *h* de *a*, *l*, guide du châssis *c c*, disposé de manière à écarter F de H au passage d'un support *a*.

Ainsi qu'on le voit sur cette figure, le bras *l* est pourvu d'une garde *m*, assez étendue pour que la corde *d* ne puisse jamais la franchir, et si, par accident, la corde passe en *j*, au-dessous des galets *ff*, quand le chariot reviendra de droite à gauche en figure 283, il tendra cette corde de manière à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la faire remonter d'abord sur *j*, dans la position indiquée en pointillés figure 285, puis à faire tourner *l*, par la pression qu'elle exerce sur *j'*, dans le sens de la flèche figure 283, et à la remonter ainsi automatiquement sur les galets *ff*. Le centrage de la corde sur ces poulies est, de plus, assuré par les guides *r r'* et les plans inclinés i_2 i^3.

Un système de ce genre, installé au dépôt de charbon de la gare de South-

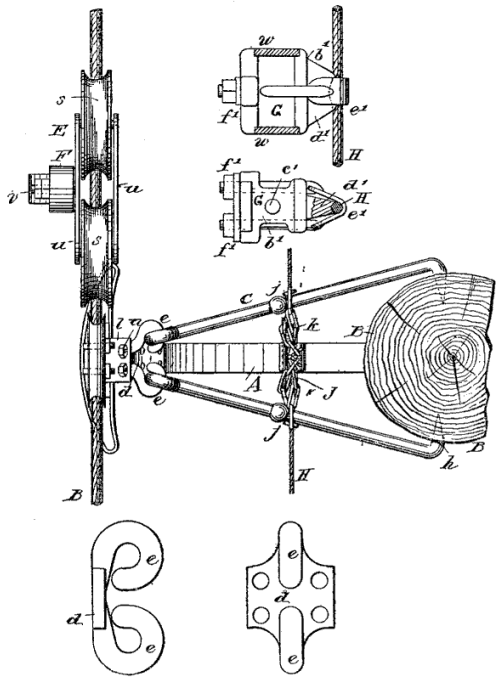


Fig. 274 à 279. — Cableway *Lamb*. Plan d'un support et du chariot. Détails divers.
(Même légende qu'en fig. 268.)

Lawrance, Boston and Maine R.R, alimente, avec un mécanicien à 10 francs par jour, un gamin à 5 francs et deux manœuvres à 7 fr. 50, soit avec une manœuvre totale de 4 hommes, un service journalier de 20 locomotives, ou d'une centaine de tonnes de charbon; ce qui, tous frais compris, donne, pour la dépense totale de manutention et d'entretien, 0 fr. 40 par tonne. Comme la puissance de manutention de cette installation pourrait être facilement doublée, on voit que ce prix pourrait s'abaisser à environ 0 fr. 20.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les Cash Carriers. — On peut encore rattacher à la classe des transporteurs funiculaires les petits appareils désignés aux États-Unis sous le nom de « Cash Carriers », « *Transporteurs de monnaie* », si abondamment employés

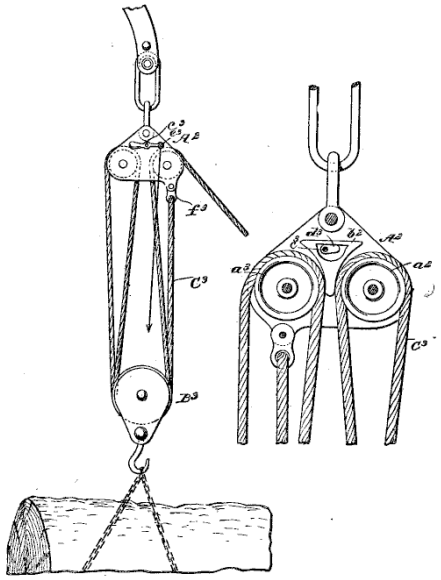


Fig. 280 et 281. — Cableway *Lamb*. Détail du palan de levage *Kerr*.

b_2, coin que l'on manœuvre en c_3 par le levier $c_3 d_3$, de manière à coincer ou non le brin c entre les galets $a_2 a^3$
A_2, chape recevant en f_3 l'attache C_3. B_3, poulie de levage.

dans presque tous les grands magasins pour effectuer le transfert des paquets et le change de la monnaie du caissier à l'acheteur, qui n'a pas, comme chez nous, à courir à la caisse, ni à se faire suivre d'un comptoir à l'autre par un

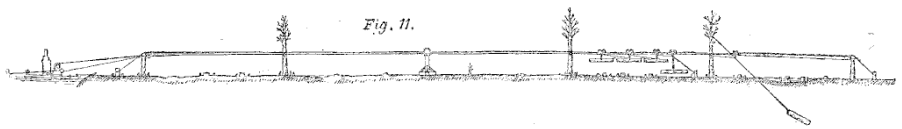


Fig. 282. — Application du Cableway *Lamb* à une ligne de 800 mètres.

employé porte-paquets. Cette fonction est remplie aux États-Unis par de petites machines ingénieuses, fort simples, d'une installation peu coûteuse, d'un entretien presque nul, et qui suffisent au service de la vente la plus active et la plus détaillée, tout en se prêtant aux exigences du contrôle le plus minutieux. Ne pouvant aborder ici la description détaillée de la plupart de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces types, excessivement variés et nombreux, je me bornerai à en décrire deux types, exploités tous deux par la compagnie *Lamson*, de New-York, et qui sont remarquables par leur grande simplicité (1).

Le premier de ces appareils, celui de *Fletter*, est représenté par les figures 288 à 292 qui donnent le détail de l'installation d'un poste à l'une des extrémités de la ligne E, tendue entre deux poteaux semblables B, et qui aboutit,

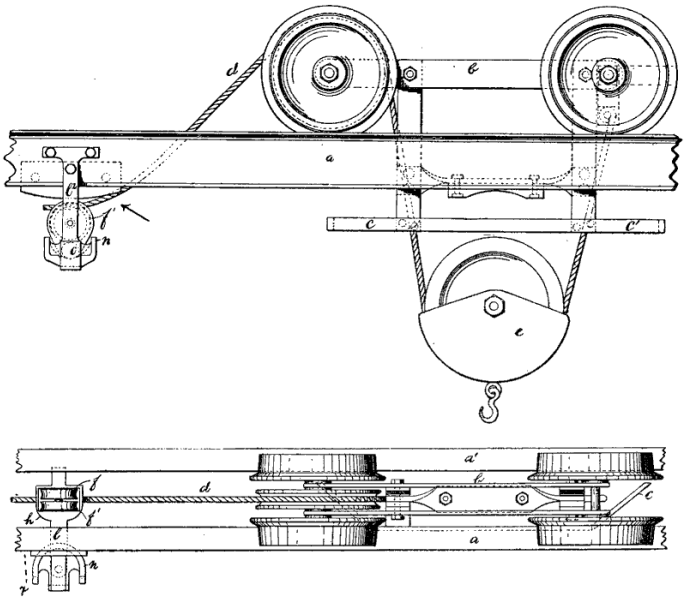


Fig. 283 et 284. — Transporteur mixte *Miller et Covell*. Élévation et plan-coupe du chariot.

a a, voie en fers à T. *b*, chariot avec aiguille *c*. *d*, câble de levage, à galets supports *f f'*.
(Pour les autres lettres, voir la légende de la fig. 285.)

à son autre extrémité, à un appareil identique à celui que représentent les figures.

Pour envoyer le chariot F, il suffit de tirer vivement en T la corde *c*. Ce mouvement a pour effet de faire basculer le levier coudé *u*, de manière à soulever le cliquet *b* et à déclencher ainsi le chariot de sa prise *y b*, puis de lancer le chariot en appuyant *u* sur la butée *f* du poussoir D, qui repousse le chariot par son butoir en caoutchouc R (fig. 292). A la fin de sa course sur la tige *c*,

(1) Voir la « *Revue générale des Sciences* », 30 mai 1894, p. 363 et le « *Portefeuille économique des machines* », juillet 1894, description des appareils de Craf, Mansfield, Barr. Newman Weaver Dillenbeck Gornall., etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le lancé de D est amorti par le ressort *i*, et son mouvement tend la corde élastique *a*, qui rappelle D à sa position primitive quand on lâche *c*.

Le chariot ainsi lancé vient, quand il arrive au bout de la voie, se réenclencher sans choc par *y*, dans la pince élastique *s*, et sous le cliquet *b* de cette extrémité.

L'envoyage du petit chariot Q (fig. 293) de l'appareil à simple effet de *Good-*

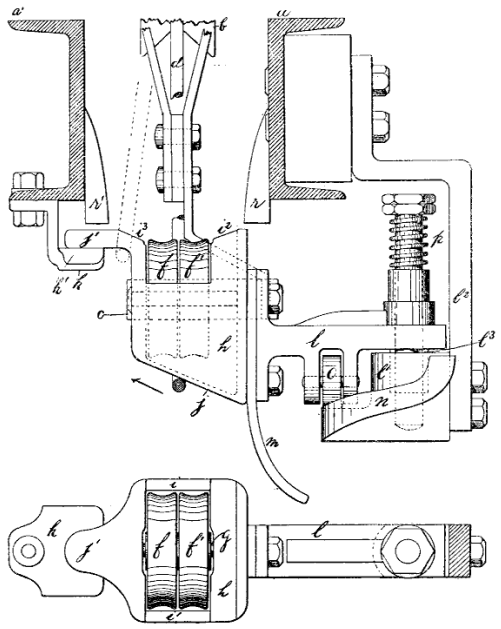


Fig. 285 et 286. — Transporteur mixte *Miller et Covell*. Détail d'un pont galet *ff'*.

ff', galets portant la corde de levage *d* (fig. 283), dont l'axe *eg* est porté en *h i i*, à l'extrémité d'un bras *l*, pivoté en U, dans le support l_2, sur un axe l_3, dont le ressort *k* appuie constamment *l*, par son galet *o*, sur le plan incliné *n*. *j'*, talon de *l*, appuyé normalement sur le support *k'*. *r r'*, guides amenant *d*, par $i_2 i_3$, bien au droit des galets *ff'*. *m*, garde empêchant la corde *d*, de tomber sous *l*.

fellow se fait, comme celui du précédent, en tirant en *m*, puis en lâchant la corde J ; mais ce lancé s'effectue toujours avec la même puissance, par la contraction d'une corde élastique H, attachée en P (fig. 297) à la corde J, et en *i* au câble de roulement incliné B. Quand on tire la corde J jusqu'à l'arrêt de P par C, H se tend ; puis, quand on lâche J, son bouton R lance le chariot, comme une flèche, sur la voie B, à l'extrémité de laquelle il vient s'accrocher en v_2, après avoir eu son lancé amorti par la corde élastique *s*. Le caissier n'a plus ensuite, pour renvoyer l'appareil, qu'à tirer légèrement la corde *v*, pour que le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chariot, lancé par la faible détente de s, revienne se réenclencher en a R sur H.

La figure 298 donne le détail d'un petit chariot à bourse L, d'un maniement très commode. La bourse L, suspendue à deux leviers L_2, pivotés en z, est maintenue fermée par le frottement de la plaque w, pressée par les caoutchoucs x x, de sorte qu'il suffit de la tirer ou de la pousser par une de ses

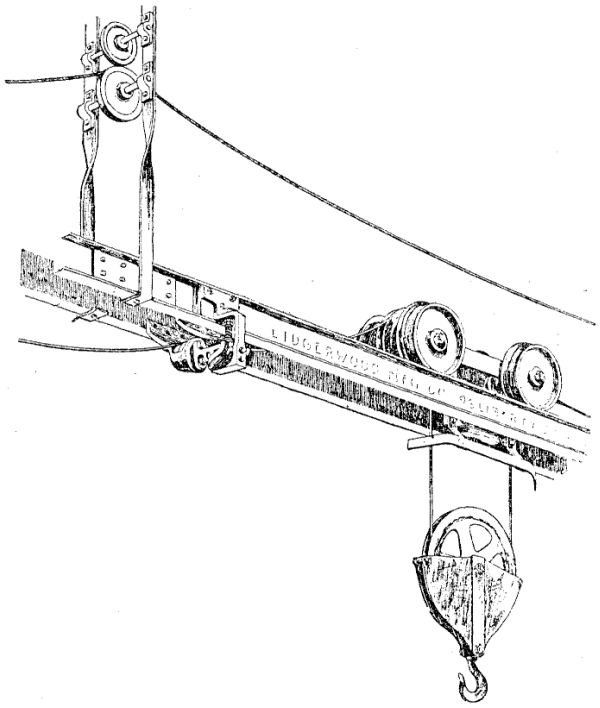


Fig. 287. — Transporteur mixte *Miller et Covell*. Ensemble du chariot et de ses deux cordes de roulement et de levage.

cornes o' pour l'ouvrir dans la position pointillée, puis la refermer dans sa position d'envoyage.

Le caissier occupe une sorte de poste central surélevé, où aboutissent un grand nombre de voies B, qui lui apportent le bon et la monnaie des comptoirs, auxquels il renvoie le change. Dans beaucoup de magasins, le transbordeur amène à la caisse, en même temps que l'argent et le bon de vente, le paquet vendu, qui est alors vérifié par un inspecteur installé à côté du caissier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

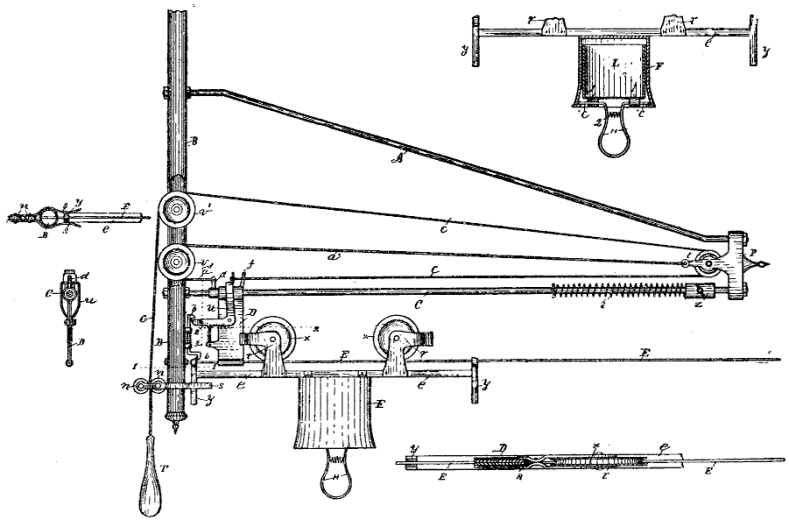


Fig. 288 à 292. — Cash Carrier *Fletter*. Ensemble de l'installation à l'un des bouts de la voie E. Élévation. Coupes 22-33 et détail du chariot.

c c, corde à poignée I, guidée en *n n*, à galets *v'*, fixé en B, et *t*, fixé à l'extrémité P du bras A C, et attachée à l'une des extrémités du levier *u*, pivoté sur le coulisseau D *f* de C. *a*, corde élastique, renvoyé de *t* à D par v^3. Quand on tire *c u*, levant *b*, déclenche en *y* le chariot F, puis D le lance sur E, par son tampon en caoutchouc R *r*. Au bout de la voie, la patte droite *y* du chariot va le prendre et l'arrêter dans une pince *s*, analogue à celle fig. 290. *i*, ressort réglable en *z*, amortissant le lancé de D, que le fil élastique *a* ramène, quand on lâche T, se renclencher en *b*. H (fig. 288), pince à ressort 2, qu'il suffit de comprimer pour retirer de F la benne L l l, attachée par *c c* à F.

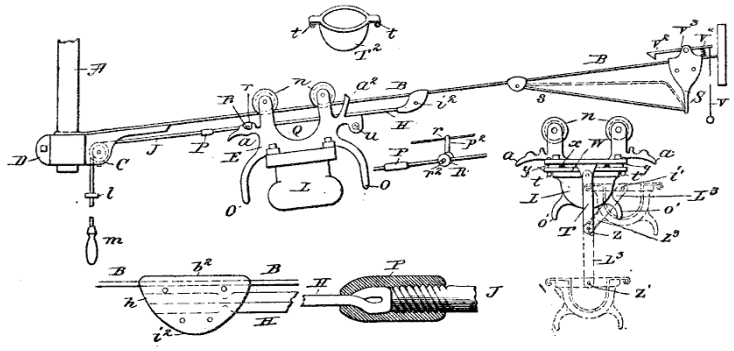


Fig. 293 à 298. — Cash Carrier *Goodfellow*. Ensemble d'une voie. Détail de l'attache P et de la benne T.

A, poteau du poste d'envoi, avec chape D, à galet *c*. Quand on tire en *m* la corde J, on tend la corde élastique Q, fixée à J en P, et au fil de la voie B, en i_2. Quand on lâche *m*, la contraction de Q la rappelle jusqu'à la butée de *l* sur C, en lançant par R, *r*, *a* le chariot E *n*, à bourse L, sur la voie B, à l'extrémité de laquelle sa corne a_2, vient se renclencher sur le cliquet V_2, V_3, V_4, après l'amortissement de son lancé par l'élastique *s* S, lequel renvoie le chariot en C quand on le déclenche de V_2, par V — *o'* L *o'*, bourse à corbeille *t* T_2 *t*, pivotée en Z, aux bras L_3, articulés en Z *i''* aux bras T du chariot *a n a*, et maintenue par le frottement de la plaque W, suspendue au chariot, en *y y*, et pressée sur L par les caoutchoucs *x x*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Crics et vérins. — Les variétés de crics et de vérins sont, il va de soi, extrêmement nombreuses aux États-Unis. Je me bornerai à signaler par deux exemples l'emploi très fréquent que l'on y fait de la vis à billes et du cliquet.

La vis du cric de *Norton* est (fig. 299) taillée de façon à présenter une grande résistance à la descente, et à caler sûrement la charge, malgré son pivotement sur billes ; en outre, le long guidage de la tête du cric sur sa

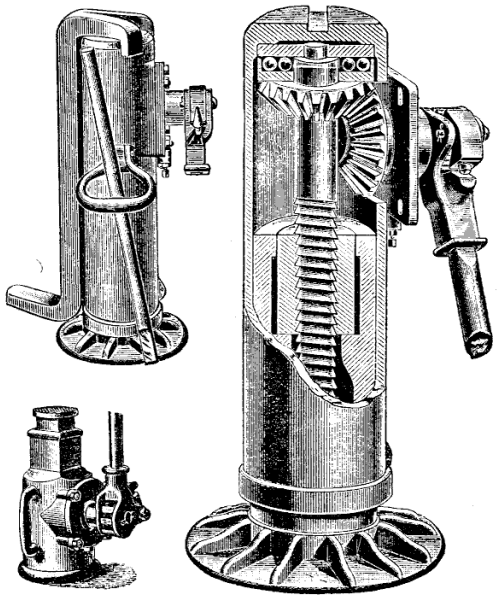


Fig. 299 à 301. — Cric à vis et à billes, et vérin de locomotive *Norton*.

Un cric de 660 millimètres de haut sur 250 de base, avec vis de 40 millimètres, pas de 6 millimètres, manœuvré par un levier de 700 millimètres, à butée de 32 billes en acier de 13 millimètres, sur plateaux d'acier trempé : a levé, dans un essai, avec un seul homme, 18 tonnes, et, avec 2 hommes, 22 tonnes, charge limite. On remarquera (figure 300) la griffe latérale du bas, permettant le levage presque à terre.

colonne la protège contre tout effort latéral, de sorte que l'appareil peut fonctionner aussi bien couché que debout.

Le cric à encliquetage de *Jakson* fonctionne (figure 302) comme il suit : quand on abaisse le levier *f* de la position figure 302 à celle de la figure 303, il fait d'abord pivoter le cliquet *c* autour de son axe *c'* de manière à embrayer sa mâchoire *k'* avec la barre *g*, puis le cliquet inférieur *d* autour de *d'*, de manière qu'il lâche *g*, et permette à *c* de soulever *g ;* puis, quand on relève *f*, *d* vient reprendre *g*, et permettre à *c* de revenir à sa position primitive, sans laisser la charge descendre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour descendre lentement la charge, on pousse le ressort r (fig. 302 et 304) de manière qu'il passe de la droite à la gauche du bras p' — comme de figure 302 à figure 306 — position où il tend à ouvrir les mâchoires k. k' au lieu de tendre à les fermer comme en figure 302. Il en résulte que, en abais-

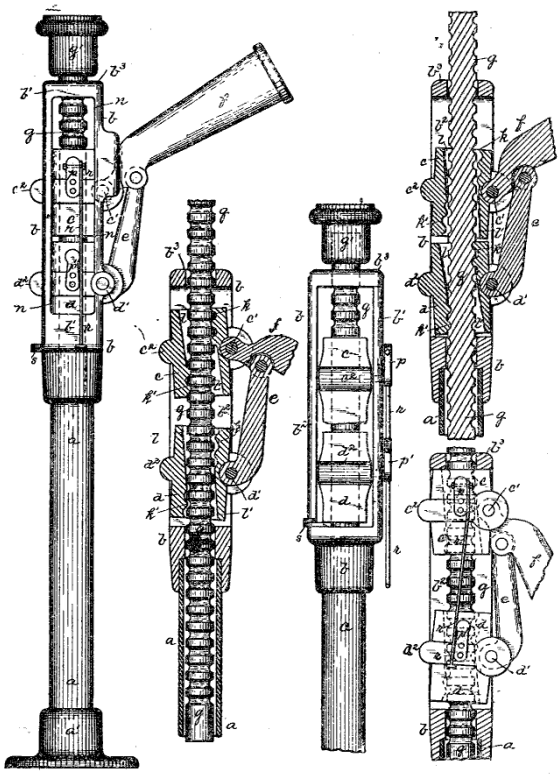


Fig. 302 à 306. — Cric à encliquetage *Jackson*. Élévation. Coupe verticale vue par bout et détail du fonctionnement.

$a\,a'$, pied en tube d'acier. f, levier articulé en c' sur le cliquet de levage $c\,c_2$, à faces ondulées k et k' et lisses $l\,l'$, et relié par $e\,d'$, au cliquet de retenue analogue $d\,d_2$. g, tige de levage. $b\,b'\,b_3$, cadres des cliquets c et d. r, ressort de descente lente, et s, taquet de descente rapide, dont le fonctionnement est décrit dans le texte.

sant f, on monte alors librement c jusqu'au haut de sa course, où son appui sur b_3 le fait basculer, saisir et soulever un peu g, juste assez pour permettre à d, ainsi dégagé, de basculer sous l'action du ressort r, de manière à lâcher g et à permettre de le descendre par f. Arrivé ainsi au bas de sa course, c appuie sur d de manière à lui faire reprendre la tige g avant de la lâcher lui-même, et l'opération recommence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour descendre rapidement, l'on cale par un loquet *s* (fig. 304) la mâchoire *d*, de façon, qu'à la fin de la première descente de *c*, la barre *g* soit définitivement lâchée, sans reprise possible par *d*.

(*A suivre.*)

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 9 novembre 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, Président.

M. Laussedat, directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers, adresse un exemplaire de l'affiche des cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers pour l'année 1894-1895.

M. Ucciani, rue Michel-le-Comte, 22, demande à la Société d'accepter le pli cacheté portant pour titre : *Système pour amortir le choc des trains*. Ce dépôt est accepté.

M. Coret, boulevard Bineau, 53, à Neuilly (Seine), demande à la Société d'accepter le dépôt d'un pli cacheté contenant le dessin et le mémoire descriptif d'un *niveau* de son invention. Ce dépôt est accepté.

M. *Ch. Lorilleux*, rue Suger, 16, demande à la Société d'accepter le dépôt d'un pli cacheté contenant un mémoire descriptif des perfectionnements apportés à la fabrication des noirs dits de fumée. Ce dépôt est accepté.

M. Ed. Fougeirol, député de l'Ardèche. — Brochure sur le rétablissement du bimétallisme. (Commerce.)

M. Lepoix, rue Vieille-du-Temple, 105. — Pendules à boules sans ressorts. (Arts mécaniques.)

M. Duquesne, rue d'Aboukir, 10. — Procédé de fabrication d'étoffes par effet de chaîne. (Arts mécaniques.)

M. Fontaine, à Villiers-le-Bel (Seine-et-Oise). — Hamac-sac-échelle pour incendies. (Arts économiques.)

M. Humbert, garde maître conducteur des travaux d'artillerie de marine, à Brest. — Entonnoir automatique. (Arts mécaniques.)

M. Leroy, rue Ruhmkorff, 5. — Couronne hydraulique, complément des machines pneumatiques. (Arts mécaniques.)

M. Tellier, rue de La Fontaine, 88, à Auteuil. — Machines frigorifiques pour conserver les matières organiques. (Arts mécaniques.)

M. Félix Millet, à Persan, par Beaumont (Seine-et-Oise). — Bicycle automobile. (Arts mécaniques.)

M. Firmin Delangle, péristyle de Chartres, Palais-Royal. — Divers produits

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alimentaires, tels que beef-chocolat, beef-pâte, viande crue stérilisée et pulvérisée. (Arts économiques.)

M. Chaillou de Létang fils. — Étude sur un nouveau genre d'exploitation de lais de mer et de baies, distraits du domaine maritime. (Agriculture.)

Anonyme. — Étude sur l'agriculture et l'économie rurale du département de l'Aisne. (Concours. — Agriculture.)

M. Garola, professeur départemental d'agriculture. — Un volume intitulé *les Céréales.* (Agriculture.)

Les ouvrages suivants sont signalés dans la correspondance imprimée :

Minimum du potentiel de l'arc. — Communication faite par *M. Haton de La Goupillière* au Congrès de Besançon, 1893, tenu par l'Association française pour l'avancement des sciences.

Ministère de l'Instruction publique. — Direction des Beaux-Arts. — Réunion des Sociétés des Beaux-Arts des départements, du 27 au 31 mars 1894, 1 vol. in-8°, orné de 52 planches.

Traité théorique et pratique de moteurs à gaz et à pétrole, par Aimé Witz, professeur à la Faculté libre des sciences de Lille. Tome II (Bernard et Cie éditeurs.)

Collection Leauté. — Chronomètres de marine, par E. Caspari.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, 1893, vol. XXVII.

L'or à Minas-Geraes (Brésil), par M. Paul Ferrand, professeur à l'École des mines d'Ouro-Preto (Brésil), vol. 1.

Duty Tests of pumping engines, and reprint of Dr R. H. Turston's paper on the maximum contemporary economy of the high pressure multiple expansion steam engine. Milwaukee, Wisconsin (U. S. A.).

Rapport. — *Arrêt protecteur. Rapport* fait par M. Édouard Simon, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *nouveau système d'appareil destiné à prévenir, éviter ou atténuer tout au moins les accidents dans les usines à force motrice, dit : arrêt protecteur, ou appareil de sauvegarde ouvrière,* breveté S. G. D. G., par M. *Charles Cambon,* manufacturier, à Sumène. (Voir en tête du présent *Bulletin.*)

Communications. — *Phonotélémètre.* — M. le capitaine d'artillerie *Thouvenin* entretient la Société des recherches auxquelles il s'est livré dans le but de doter l'armée d'un instrument pour la mesure des distances par le son dans l'air et sur les cartes d'état-major, tout en permettant d'utiliser cet appareil pour l'industrie vélocipédique, pour les sports et pour toutes les personnes qui peuvent avoir intérêt à apprécier le temps au 1/40, 1/80, et même 1/160 de seconde.

Après avoir été partisan des télémètres qui ont pour base la connaissance des lois d'optique et de la trigonométrie, M. le capitaine Thouvenin, préoccupé des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mauvais résultats que donnent ces appareils, surtout avec la *poudre sans fumée*, considère aujourd'hui que le peu d'usage que l'on fait de ces télémètres à miroir à réflexion devrait être complètement abandonné.

Ces télémètres, très justes en théorie, donnent de très mauvais résultats dans la pratique. Même manœuvrés par les mieux initiés, les opérateurs sont exposés à commettre des erreurs qui proviennent souvent de circonstances inévitables.

Autrefois, avec la poudre à fumée, on avait quelquefois le temps, pendant que la fumée planait majestueusement sur les pièces ennemies, d'apprécier trigonométriquement la distance au moyen des télémètres.

Aujourd'hui, cela ne suffit plus, il nous faut mieux; il nous faut un appareil donnant une précision mathématique pour la vérification des observations dites instantanées : or, au point de vue rigoureux des mouvements, l'instantanéité n'existe que de nom. Le capitaine Thouvenin a pensé qu'il était utile de rechercher un procédé si simple, d'un usage si commode, que le premier venu, sans connaissances spéciales, pût l'employer en présence de l'ennemi, même pendant la nuit, à pied, à cheval, en voiture, monté sur des arbres, en ballon, ou placé dans des observatoires, etc., etc.

L'appareil du capitaine Thouvenin est une *montre chronographe* de dimension ordinaire, mais augmentée de nouvelles dispositions qui en rendent l'usage sûr et facile, et permettent de résoudre en un instant et sans calcul quantité de problèmes usuels sur le terrain.

On sait que la lumière parcourt 75 000 lieues à la seconde, et que le son parcourt 333 mètres dans le même laps de temps : il suffit de noter l'intervalle qui s'écoule entre la lueur et la perception du son pour apprécier la distance de l'endroit où le son se produit.

Le premier coup de canon tiré par l'ennemi permet donc de mesurer tous les points importants du champ de bataille.

Si l'ennemi se refuse à tirer, on fait éclater au-dessus de lui un projectile fusant : la lueur de cette éclatement indique la direction, et permet aux observateurs de mesurer la distance à l'ennemi, d'après la vitesse du son dans l'air par le temps qui s'écoule entre l'éclatement de ce projectile et sa détonation.

La montre phonotolémètre Thouvenin se compose : 1° d'une montre à remontoir de 50 millimètres de diamètre; 2° d'un double curvimètre; 3° d'une boussole; 4° d'un chronographe de *course*, dont l'aiguille fait le tour du cadran en 10 secondes, et permet d'apprécier le temps sans calcul au 1/40 de seconde; 5° d'un enregistreur de minutes et de 1/4 de minute; 6° d'un phonotélémètre appréciant la distance à 8 ou 9 mètres environ, ce qui est inférieur à l'écart probable des armes à feu.

Le phonotélémètre Thouvenin est d'ailleurs recommandé à l'attention des officiers par les ministres de la Guerre de France et de Russie, etc., pour la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mesure instantanée des distances, et adopté par M. le ministre de l'Instruction publique, pour enseigner la topographie dans les cours d'admission à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr.

Avec un appareil aussi simple, les maîtres d'école, les fonctionnaires, les instituteurs coloniaux et les militaires de tous grades pourront sans peine rassembler tous les éléments destinés à la topographie; il suffira de faire appel à leur bonne volonté. Les tambours, clairons ou trompettes peuvent être utilisés à un signal convenu pour la topographie; il faut voir et entendre, et les résultats seront évidemment les mêmes.

M. le Président remercie M. le capitaine *Thouvenin* de son intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Arts économiques.

Séance du 23 *novembre* 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

M. Griveaux, boulevard Pasteur, 42, à Nantes. — Système de machine à vapeur, où la vapeur, sans condensation, est refoulée dans la chaudière. (Arts mécaniques.)

M. George Malleval, industriel, à Tarare (Rhône). — Appareil à filtrer rapidement et plusieurs fois de suite les liquides; pour le filtrage des eaux des villes, de l'industrie, etc. (Arts économiques.)

M. Léon Jamin, rue Jean-de-Beauvais, 21, demande l'aide de la Société pour terminer un ouvrage intitulé : *L'enseignement professionnel du menuisier*, dont il présente le tome premier avec un atlas. (Arts mécaniques.)

M. Paul Jannetaz, rue Monge, 42. — Envoi de la part de M. James Schoolbred, ingénieur à Londres, de documents intéressants sur les jauges usitées en Angleterre, avec les rapports sur ce sujet, et un tableau comparatif des grandeurs, poids, et des divers fils métalliques en cuivre. (Commission spéciale des jauges.)

MM. Hadfield et Gibbins, de Sheffield (Angleterre), adressent un ouvrage intitulé : *A shorter Working Day*, dans lequel est étudiée la question du travail journalier dans tous les pays et dans une multitude de conditions diverses. Les conclusions sont favorables à la journée réduite à 8, 9 ou 10 heures suivant les professions et les cas. (Commerce.)

MM. les Secrétaires signalent dans la correspondance imprimée les ouvrages suivants offerts à la Société :

Smithsonian Report, 1892.

Report of the fith meeting of the Australasian Association for the advancement of science, held at Adelaide, South Australia, septembre 1893.

Tenth annual report of the Bureau of Ethonology to the Secretary of the Smithsonian Institution, 1888-89, by J.-W. Powell, director; Washington.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

The Maya Year, par Cyrus Thomas; Washington.
The Pamunkey indians of Virginia, par Garland Pollard; Washington.
Bibliography of the Wakashan languages, par James Constantine Pilling.

NOMINATION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — *M. le Président* ouvre le scrutin pour la nomination d'un membre du Conseil. (Comité des Arts mécaniques.)

M. Raffard, ingénieur civil, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé membre du Comité des Arts mécaniques.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — *M. Linder*, inspecteur général des mines, présenté par MM. Haton de la Goupillière et Collignon, est nommé membre de la Société.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Levier automatique.* — *M. Tresca* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur un levier, *dit automatique*, présenté par M. E. Guichard, carrossier à Saint-Vincent-de-Connezac (Dordogne).

M. Guichard a présenté à la Société un levier, *dit automatique*, offrant certains avantages par rapport au levier ordinaire employé pour le lavage des voitures, par exemple.

M. le Rapporteur donne la description de cet appareil et termine en disant que M. Guichard a doté l'industrie du charronnage et de la carrosserie d'un engin de manœuvre, présentant des avantages marqués sur les appareils similaires, actuellement en usage.

En conséquence, le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil d'administration de la Société de remercier *M. Guichard* de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec les trois gravures sur bois nécessaires pour la compréhension de l'appareil.

Ces conclusions mises aux voix sont adoptées,

Tours à fileter. — *M. Sauvage* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur les recherches de *M. Bablon*, fabricant de régulateurs pour le gaz, rue Boulard, 42, relatives aux engrenages des tours à fileter.

M. le Rapporteur rend compte des recherches de M. Bablon et des résultats intéressants qu'il a obtenus, et qui lui permettent de déterminer d'une manière rationnelle les jeux d'engrenages des tours, de manière à réaliser une grande précision dans les filetages et de donner un moyen d'utiliser commodément ces engrenages.

Le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil de remercier M. Bablon de son intéressante communication et d'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport.

Ces conclusions mises aux voix sont adoptées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS. — *Analyse des aciers.* — *M. Osmond* expose les résultats de ses dernières recherches sur la métallographie, en vue d'instituer une méthode systématique pour l'analyse microscopique des aciers carburés.

Sans parler du polissage plan préparatoire, cette méthode comporte trois opérations :

1° Un *polissage en bas-relief* sur parchemin, avec une très petite quantité de rouge d'Angleterre et de l'eau ;

2° Un *polissage attaque* sur parchemin avec le sulfate de chaux précipité et une infusion de racine de réglisse ;

3° Une *attaque* par la teinture d'iode ou l'acide azotique.

Ces trois opérations permettent de caractériser dans les aciers cinq constituants, dont deux étaient déjà connus et bien décrits, un troisième connu, mais incomplètement décrit, et les deux autres inconnus.

Ces cinq constituants sont :

1° La *Ferrite*, c'est-à-dire le fer lui-même sensiblement pur ;

2° La *Cémentite*, carbure de fer répondant à la formule Fe^3C ;

3° La *Sorbite*, qui accompagne la Cémentite, et où le carbone paraît être à l'état de carbone de trempe ;

4° La *Martinsite*, constituant principal des aciers trempés, formée de cristallites de fer tenant le carbone de trempe en dissolution ;

5° La *Troostite*, qui borde ordinairement la Martinsite dans les aciers trempés.

Ces cinq constituants, entre lesquels on peut d'ailleurs rencontrer les formes de transition, s'associent en combinaisons multiples, binaires, ternaires, quaternaires, pour composer l'édifice complexe de la structure des aciers.

L'auteur examine, dans quatre types à teneur croissante en carbone, comment ces associations varient :

1° Avec la température du chauffage ;

2° Avec la température de la trempe ;

3° Avec la vitesse du refroidissement.

Il résulte de cette investigation que les différentes circonstances du traitement thermique des aciers laissent, dans la structure du métal refroidi, des indications caractéristiques d'une précision suffisante pour en guider utilement la fabrication et la réception.

Ces conclusions sont appuyées par la projection de nombreux clichés microphotographiques obtenus aux grossissements de 20 à 800 diamètres, qui montrent l'aspect des différents aciers à leurs différents états.

M. le Président remercie M. Osmond de sa très intéressante communication qui est renvoyée au Comité des Arts chimiques.

Le Gérant : J.-H. GINESTOU.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

93e ANNÉE. Quatrième Série, Tome IX. DÉCEMBRE 1894.

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 un* LEVIER « DIT AUTOMATIQUE » *présenté par* M. E. GUICHARD, *carrossier à Saint-Vincent de Connezac* (Dordogne).

M. E. Guichard a présenté à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale un levier « dit automatique » offrant certains avantages par rapport au levier ordinaire employé pour le levage des voitures par exemple.

Ce levier de manœuvre se compose (fig. 1), d'un montant fixe B, reposant sur le sol par un fer plat A, posé de champ et recourbé en U.

A la partie supérieure de ce montant, se trouvent fixées deux oreilles, également en bois, permettant la rotation libre d'un levier L, à deux branches très inégales. En H, extrémité de la petite branche de ce levier, se trouve articulé un grand anneau rectangulaire venant embrasser un montant libre C, pouvant glisser sur B et portant la charge que l'on veut soulever. Des encoches K sont préparées sur une des faces verticales de ce montant pour qu'il puisse être saisi par l'anneau rectangulaire H, lorsque le levier L est mis en mouvement.

Suivant la hauteur de la pièce à manœuvrer, par rapport au sol, une cale G, formée d'un fer plat replié également en U, fait corps avec un taquet E, muni d'une ferrure venant s'engager dans des encoches préparées sur la pièce C. Une ferrure F, en forme d'anneau rectangulaire, entoure à la fois E et C, et permet ainsi leur assemblage provisoire à différentes hauteurs.

Un cliquet R, tournant librement autour d'un axe horizontal disposé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

près de l'extrémité inférieure de C, peut jouer librement dans une mortaise inclinée x x, préparée dans ce montant mobile, et glisser sur les dents *t* d'une sorte de crémaillère verticale taillée dans le montant fixe B, de

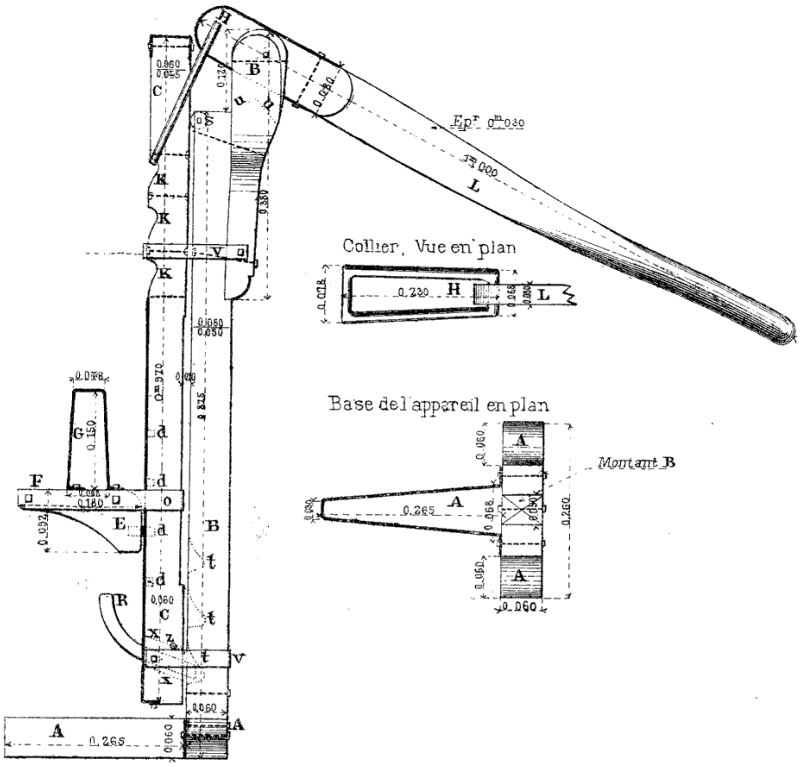


Fig. 1.

A A, socle. B B, montant fixe, à oreilles supérieures entre lesquelles se meut le levier L. G G, montant libre, à crémaillère *k k k*, auquel s'adapte la console F, à l'aide du goujon E, s'introduisant à la main dans les trous *d d d*. F, console mobile sur le montant libre C C, avec armature supérieure G, destinée aussi à s'appliquer sous la charge à soulever. H, collier en fer rond, engagé à l'extrémité du levier L, et embrassant librement le montant C C, auquel il transmet l'action du levier en s'engrenant dans les gorges de la crémaillère *k*. L, levier moteur. R, cliquet d'arrêt, dont l'extrémité inférieure s'engage dans les alvéoles *t t t*, du montant fixe B B. La charge du fardeau soulevé maintient ce cliquet dans les alvéoles, dont il se dégage librement dès que L fonctionne. Pour monter le cliquet d'un cran, le collier H doit agrafer la dent de la crémaillère immédiatement inférieure à celle qui correspond à chaque arrêt. Le montant C descend jusqu'au bas par une simple pression du cliquet R vers les deux montants. S, galet évitant le frottement des deux montants. O, embrasse de F sur C. *u*, *u*, profil supérieur de B, limitant la course de L. *v v*, embrasses de B et de C. *x x*, échancrure de C pour le cliquet R. *r*, boulon limitant la course de R, et le maintenant dans les alvéoles de *k* à chaque arrêt.

manière à retenir la charge, lorsque l'on vient élever à nouveau le levier L, pour recommencer l'élévation du fardeau, par une nouvelle manœuvre semblable à la première,

Enfin, deux étriers métalliques *v*, l'un fixé à B, et encadrant le montant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mobile C, l'autre fixé à C, et encadrant B, obligent les deux pièces B et C à rester voisines l'une de l'autre, pendant la montée verticale du fardeau. Un galet S, tournant à l'extrémité supérieure du montant fixe B, rend le déplacement du montant C, par rapport au montant fixe B, aussi facile que possible.

Cet engin, basé sur le même principe que le levier ordinaire, présente sur celui-ci divers avantages résultant de l'emploi de la cale de position variable G et du cliquet de sûreté qui permet à l'ouvrier de se reprendre, en élevant ensuite le fardeau d'une même quantité.

Si l'on veut, à l'inverse, abaisser le fardeau, il suffit, après l'avoir mis en prise avec la cale G en agissant sur le levier L, de repousser le cliquet R, par l'action du pied, pour permettre au montant C, et, par conséquent, à la charge de descendre d'une hauteur égale à la distance existant entre deux dents de la crémaillère verticale.

En résumé, M. Guichard a doté l'industrie du charronnage et de la carrosserie d'un engin de manœuvre présentant des avantages marqués sur les appareils similaires actuellement en usage, et le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil d'administration de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale de remercier M. E. Guichard de son intéressante communication, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec les dessins nécessaires pour qu'il soit possible de comprendre la description qui précède.

Signé : A. Tresca, *rapporteur.*

Approuvé en séance le 23 *novembre* 1894.

ARTS MÉCANIQUES

Rapport *par* M. E. Sauvage, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur* l'étude des engrenages de tours a fileter par M. Bablon.

Pour exécuter sur le tour une vis dont le pas soit *n* fois celui de la *vis-mère* qui entraîne le support de l'outil, cette vis-mère doit tourner avec une vitesse angulaire égale à *n* fois celle de la pièce à fileter. C'est ce qu'on réalise en la reliant par des engrenages à l'arbre qui fait tourner cette pièce. Ces engrenages peuvent être au nombre de deux seulement, en ne comptant pas les roues intermédiaires qui transmettent le mouvement de la première

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

roue à la seconde, sans influer sur la vitesse : si p et q sont les nombres des dents de ces deux roues, le rapport $p : q$ doit être égal à n.

Avec un assortiment limité de roues, on ne peut ainsi réaliser qu'un petit nombre de rapports. Le *filetage à quatre roues* multiplie beaucoup les combinaisons : la première roue, ayant p dents, commande une roue de q' dents, montée sur un axe intermédiaire, qui porte en outre une roue de p' dents ; le rapport n des vitesses angulaires est alors $p \times p' : q \times q'$; avec un second axe intermédiaire, comportant des roues de p'' et q'' dents, on obtient les rapports $p \times p' \times p'' : q \times q' \times q''$: c'est le *filetage à six roues*.

M. Bablon a cherché quelles valeurs il convenait de choisir pour les dentures des roues composant l'outillage d'un tour à fileter, et comment on pouvait en déterminer aisément les combinaisons pour obtenir les valeurs du rapport n, exprimant le pas de la vis à construire en fonction de celui de la vis-mère.

En choisissant pour ce dernier pas une valeur convenable : 5 millimètres, par exemple, il semble qu'il y ait peu de combinaisons à réaliser en pratique, le pas de la plupart des vis s'exprimant en nombre entier de millimètres, en demi-millimètres ou en quarts de millimètre. Mais la construction de pièces d'après des mesures étrangères, pour la réparation des machines, conduit à des valeurs compliquées du rapport n. En outre, les vis-mères n'ont jamais, en toute rigueur, le pas prévu ; pour des travaux de précision, on doit déterminer la valeur réelle de ce pas, qui peut même varier d'une région à l'autre de la vis : on est alors conduit à réaliser des valeurs compliquées du rapport n, afin de ne pas reproduire l'erreur de la vis-mère.

Afin de multiplier beaucoup les combinaisons telles que $p \times p' : q \times q'$ et $p \times p' \times p'' : q \times q' \times q''$, M. Bablon détermine par des nombres premiers les dentures de la plupart des roues d'un tour : c'est ainsi qu'une série de 22 roues comprend les valeurs 53-61-67-73-79-83-89-97-103-109-113-122-127-131-139-149-157-163-167-173-179-183.

Pour trouver les nombres qui réalisent, dans le filetage à quatre roues, une valeur donnée de n avec une grande approximation, M. Bablon a réuni dans un tableau, par ordre de grandeur, les produits deux à deux des nombres de la série choisie ; ces produits sont désignés par un numéro de 1 à 215 ; quelques produits très peu différents sont confondus sous le même numéro, par exemple 173×97 et 163×103 (16781 et 16789). Une règle à calcul spéciale sert pour les déterminations ; les échelles inférieures de la règle et de la réglette mobile portent la graduation logarithmique ordi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

naire de 1 à 10 : sur les échelles supérieures, on a tracé seulement les traits correspondant aux produits du tableau, en les désignant par leurs numéros ; si l'on fait coïncider deux traits des échelles supérieures, représentant deux produits $p \times p'$ et $q \times q'$, on lira sur l'échelle inférieure, en regard du trait 1 de la réglette, le quotient $p \times p' : q \times q'$, égal au pas n. Inversement, en plaçant le trait 1 en regard de la valeur donnée de n, on cherche sur les échelles supérieures les traits en coïncidence, et l'on trouve ainsi, en se reportant au tableau, les valeurs convenables des nombres p, p', q et q'.

Cette règle à calcul peut être simplement construite en carton, comme celles de Lalanne. M. Bablon a aussi exécuté de même un grand cercle métallique pour cette recherche.

Avec les dentures choisies, on trouve un très grand nombre de valeurs du rapport $p \times p' : q \times q'$ comprises entre 1 et 2, un nombre encore important entre 2 et 3, puis des nombres décroissants entre les unités successives suivantes. Pour obtenir une grande précision, il sera bon, en général, de ne pas dépasser la valeur 3 pour le rapport n des pas.

Pour les valeurs supérieures, on exécutera le filetage à six dents : une première couple de roues modifiant les vitesses dans un rapport convenable : c'est à cet effet que les roues de 122 et de 183 dents ont été introduites dans la série, parce qu'elles donnent, combinées entre elles et avec celle de 61 dents, les rapports 1,5 — 2 — 3.

Comme exemple de l'application de sa méthode, M. Bablon cite les mesures qu'il a prises sur la vis-mère d'un tour : elle avait pour pas moyen 4,9967 millimètres, au lieu de 5 millimètres. Pour construire avec ce tour une vis au pas de 5 millimètres, on monte le harnais d'engrenage $179 \times 122 : 157 \times 139$, et, au lieu de reproduire le défaut de la vis-mère, on taille le pas de 5,00014 millimètres, beaucoup plus approché.

Pour obtenir une extrême précision, on pourrait aussi chercher à corriger l'effet de la dilatation de la vis-mère échauffée, par le frottement de l'écrou qu'elle entraîne, à une température moyenne supérieure à celle de la pièce filetée.

En résumé, M. Bablon a déterminé d'une manière rationnelle les harnais d'engrenages des tours, de manière à réaliser une grande précision dans les filetages, et a donné un moyen d'utiliser commodément ces engrenages.

A l'occasion du travail de M. Bablon, nous citerons un ouvrage publié en 1862 par *Achille Brocot* sur le « Calcul des rouages par approximation ». M. Brocot donne des règles et un tableau étendu pour déterminer les nom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bres de dents des roues qui doivent réaliser un rapport quelconque de vitesses angulaires entre deux axes

Le Comité des Arts mécaniques vous propose de remercier M. Bablon de son intéressante communication, et d'insérer dans le *Bulletin* le présent rapport.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur*.

Approuvé en séance le 23 *novembre* 1894.

ARTS MÉCANIQUES

LA MÉCANIQUE GÉNÉRALE AMÉRICAINE A L'EXPOSITION DE CHICAGO

PAR M. G. RICHARD, MEMBRE DU CONSEIL (*Fin*) (1)

LES MÉCANISMES

Nous nous bornerons à étudier sous ce titre les principaux mécanismes employés dans la mécanique : à savoir les organes de transmission : *poulies*, *courroies*, *cordes*, *embrayages*, *engrenages*, *accouplements*, et de glissement, ou de roulement : *paliers* ordinaires ou à *billes*, et leurs dérivés, non pas en général, comme dans un traité, mais en ce qu'ils présentent de plus particulier dans la pratique américaine. L'étude de ces mécanismes, même à ce point de vue spécial, exigerait, pour être complète, des développements incompatibles avec le cadre de ce Bulletin, si large qu'il paraisse, de sorte que j'ai dû me borner à exposer le plus succinctement possible quelques-unes seulement des particularités les plus intéressantes de ces mécanismes, en renvoyant aux sources le lecteur qui désirerait les approfondir.

LES PALIERS

Les paliers de transmission les plus répandus aux États-Unis sont, comme on le sait, ceux du type à articulation sphérique de *Sellers*, qui s'appliquent toujours d'eux-mêmes sur toute l'étendue des portées rendues très longues — environ quatre fois le diamètre de l'arbre — de manière à ne les faire travailler qu'à une pression très faible, d'environ

(1) Voir les Bulletins d'avril, août, octobre et novembre 1894.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1 kilogramme par centimètre carré. Cette faible pression permet l'emploi de la fonte au lieu du bronze pour les surfaces frottantes, auxquelles on assure facilement un graissage très efficace. Ces paliers, dont les avantages sont universellement admis, sont suffisamment connus pour que nous n'y insistions pas davantage. Je me contenterai de décrire avec quelque détail l'une de leurs variétés, remarquable en ce que la liberté du coussinet est assurée par une sorte de suspension à la Cardan.

A cet effet, le palier F est (fig. 1 à 6) monté par filetage sur une paire de

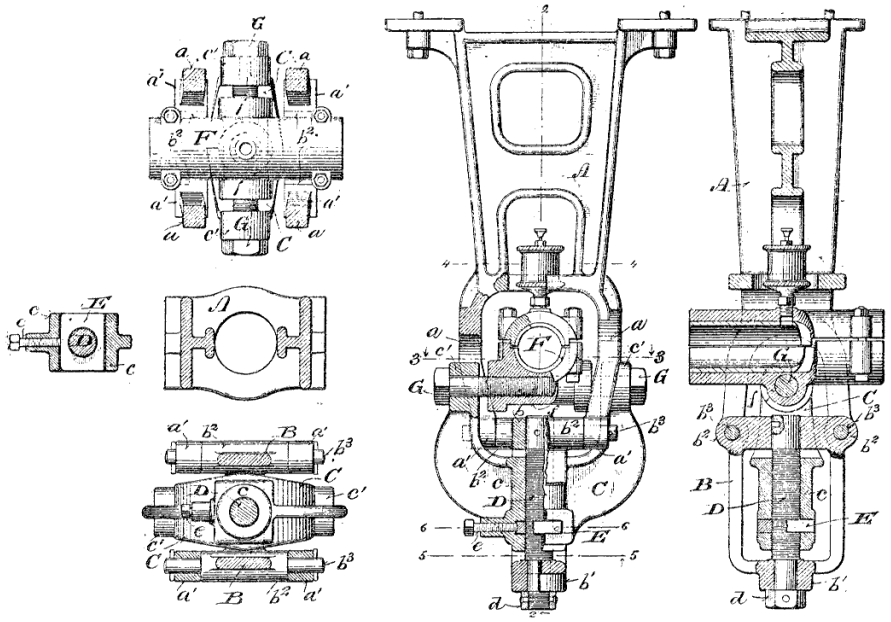


Fig. 1 à 6. — Palier *Muller*. Élévation. Coupes 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6.

A, chaise à bras $a\,a'$, portant par l'étrier B b', suspendu en $b_2\,b_3$, le palier C du coussinet F, articulé sur les vis G G, D, vis supportant C en c, et dont on règle la hauteur par le tête d. E, peigne à vis e, fixant ensuite D dans c.

boulons G G, pivotés en c' c' dans l'étrier C, suspendu à la vis D', pivotée dans l'étrier E suspendue à la chaise A par les articulations $b_2\,b_3$, parallèles à G G. La hauteur du palier F se règle par l'écrou c de la vis D, que l'on fixe ensuite en serrant par e le peigne E; et son alignement se règle au moyen des vis G G, que l'on fixe ensuite en les serrant bout à bout l'une contre l'autre. Le réglage du palier s'opère ainsi avec une grande facilité et très exactement, sans toucher à la chaise A.

Le graissage des portées est toujours largement assuré. Comme exemple,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

je citerai le palier articulé de *Cole* (fig. 7 à 9). Ce palier, supporté par les coûteaux a b, réglables en a, et maintenu par la rotule a_3, serrée en a_2, est pourvu d'une garniture en Babbitt b_3, interrompue en b_4 pour recueillir l'huile reprise par la rondelle C de l'arbre D dans le réservoir B_3, d'où elle est

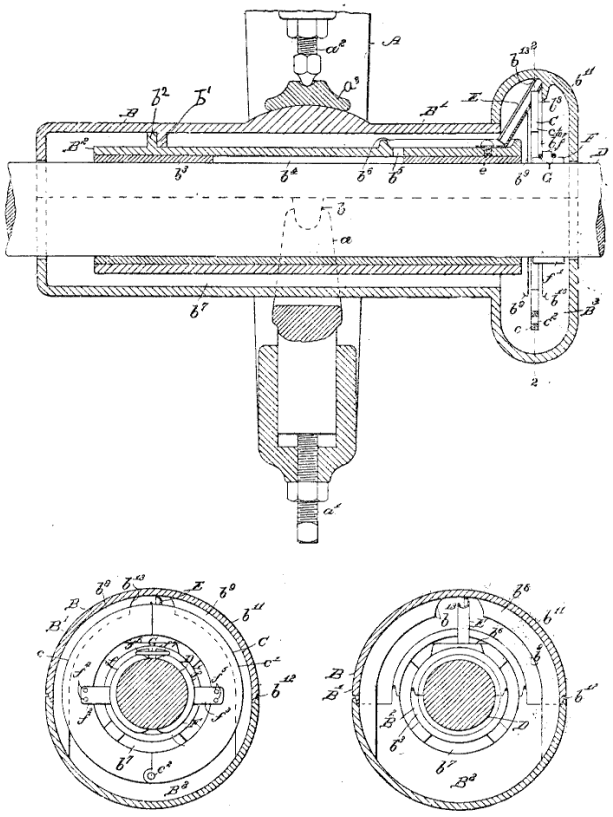


Fig. 7 à 9. — Palier *Cole*. Coupes longitudinales et 2-2, cette dernière étant vue de droite et de gauche.

A, chaise. B B, palier en deux pièces à joints b_{12}, à couteau b posé sur le support a, réglable en a_1, et maintenu par la rotule a_2 a_3. B_2, enveloppe du coussinet b_3, épaulée sur B en b' b_2, avec raclette E. C, bague en deux pièces articulées en c.

amenée en b_6 b_5 par la raclette E. Cette circulation est facilitée par les joues b_8 b_9, entre lesquelles la rondelle C amasse l'huile qui s'écoule en B_3.

Dans le palier élastique de *Wood* (fig. 10 à 17), spécialement étudié pour les machines à grande vitesse, l'huile, amenée de k, par t, aux saignées hélicoïdales e, s'évacue par m p. La portée F, d'un métal plus dilatable que celui de l'arbre a, lui est fixée par des vis i i, et cette douille porte sur F et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

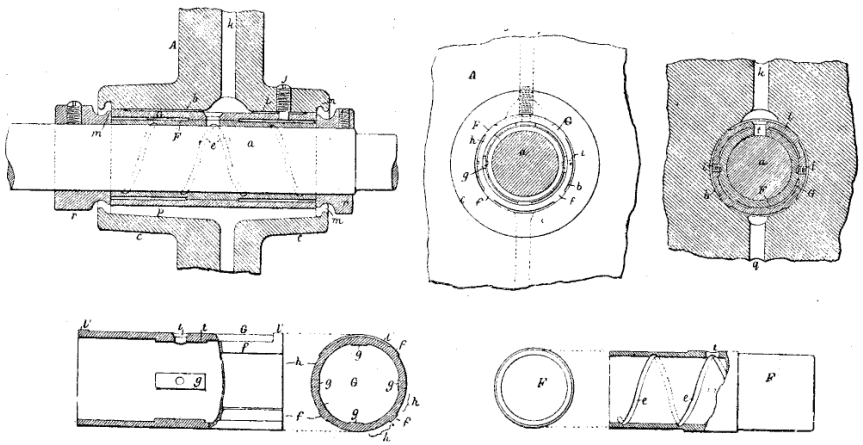


Fig. 10 à 17. — Palier élastique *Wood*. Coupe longitudinale. Vue par bout, coupe transversale : détail du coussinet F et de son enveloppe G.

A *c*, palier. *kte*, arrivée et distribution de l'huile. G, support du coussinet F, retenu par la vis *j*, portant sur A par de longues nervures *fl'*, séparés par des vides *hlb*, et sur F par de courtes nervures centrales *g*, à vis de fixation *ii*, permettant à F de s'incliner un peu dans G. *mr*, collets de la portée *a*. *p*, évacuation de l'huile.

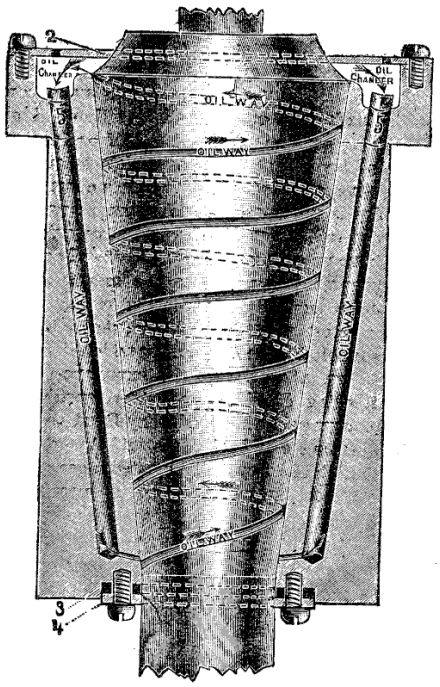


Fig. 18. — Crapaudine *Horton*, à circulation d'huile amenée, de la chambre d'huile supérieure 2, par les tubes 5, 5. Au bas de la rainure en spirale *oil way* qui la ramène en 2. 3, garniture en cuir serrée par la bride 4.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur le palier A par des saillies g et f, laissant des plats h libres de céder sans provoquer le grippage aux dilatations de F, lors d'un commencement de chauffage.

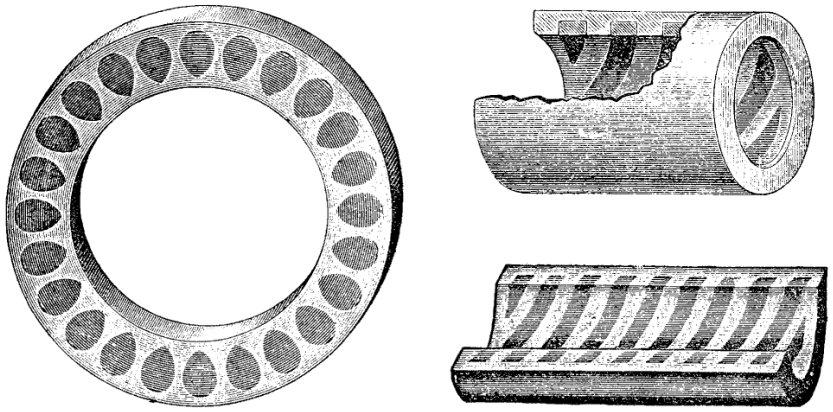


Fig. 19 à 21. — Collets et portées en graphite de la *Graphyte Lubricatinng C°*, de Jersey City.

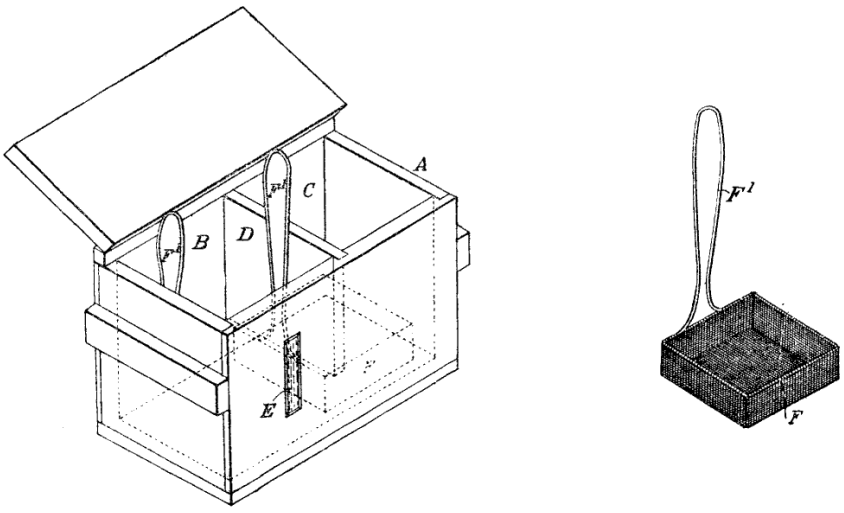


Fig. 22 et 23. — Trempe des billes *Simonds*. Ensemble d'un bac et détail de la passoire FF''.

A, caisse à deux compartiments B et C, communiquant par le bas de la cloison D, et remplis: l'un, C, d'eau salée et l'autre, B, d'eau salée surmontée d'une couche d'huile, dont on observe le niveau par E. F, raquette en toile métallique, à manche F'', que l'on dispose d'abord en C comme l'indique le tracé pointillé fig. 22, puis que l'on amène en B.

Je citerai encore comme exemple intéressant la crapaudine à circulation d'huile de *Horson* (fig. 18), où les saignées hélicoïdales font, comme l'in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

diquent les flèches, circuler automatiquement l'huile du haut en bas de la portée par les tubes 5 5.

Je rappellerai seulement (fig. 19 à 21) l'emploi fréquent des portées et collets à garnitures en graphite, principalement pour les faibles vitesses, et l'usage très répandu des métaux anti-friction de toute espèce (1), dont l'un des meilleurs est le Magnolia (2), mais qui ne diffèrent en rien d'essentiel

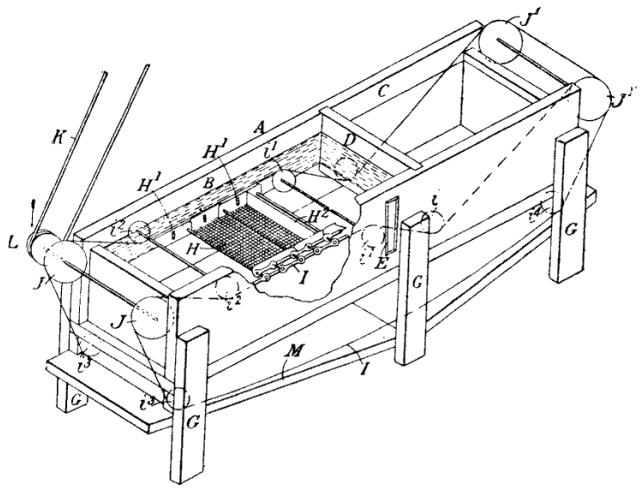


Fig. 24. — Trempe des billes *Simonds*, procédé automatique.

AG, auge à deux compartiments communiquant, comme en fig. 22, par le bas de la cloison D. H toile métallique, à cloisons H1 H2, et menée par les chaînes sans fin I, suivant J i_3 i_4 J_1 i_1 i_2, de C en B, puis hors du bac et faisant ainsi passer automatiquement les billes de C en B, K L, courroie et poulie motrices de I.

des alliages employés chez nous, sans aucun mystère de fabrication, et sous des noms plus simples (3).

Roulements sur billes et galets. — Les applications des billes antifriction sont très répandues aux États-Unis, non seulement pour les vélocipèdes, où leur emploi est universel, mais à toute sorte de roulements, dont nous donnons plus bas quelques exemples.

La principale difficulté de ces applications, celle qui en a ralenti si long-

(1) Consulter à ce sujet les travaux de *Dudley*. *Bulletin* de novembre 1892, p. 804, et *Revue générale des chemins de fer*, sept. 1893, p. 125; *Revue industrielle*, 16 avril et 27 août 1892.

(2) *Revue industrielle*, 17 janvier 1891, p. 24.

(3) *Revue générale des chemins de fer*, septembre 1893. Fabrication des alliages blancs à la compagnie du chemin de fer de l'Est, par *MM. Desgeans et Fort.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps le progrès, est la nécessité des fabriquer industriellement des billes rigoureusement égales et sphériques et, ainsi que les chemins de roule-

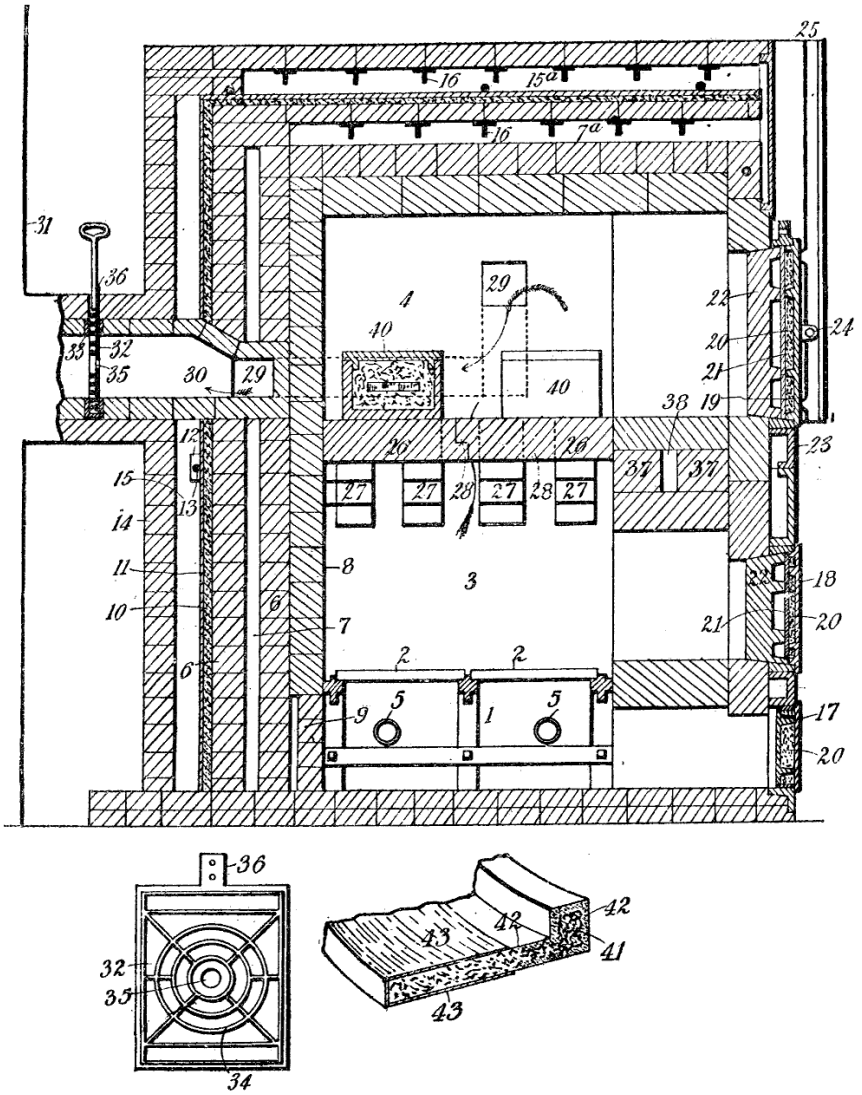


Fig. 25 à 27. — Four à cémenter *Simonds*. Ensemble, détail du registre 36 et d'une cémentation.

3, foyer à grille 2, avec entrées d'air 5, 5 au cendrier 1, porte 22, communiquant par les canaux 28 avec le moufle 4. a' sole réfractaire 26, supportée en 27, et communiquant avec la cheminée 31 par les canaux 29, 30 et le registre 36, à grille de règlage 35, 32. 8, briques réfractaires. 6, 14, maçonnerie a' chemises d'air 7.7 à 15, 15 *a* et garnitures de ciment 10 et d'amiante 11. 19, porte du moufle garnie, comme celles du foyer et du cendrier, de briques réfractaires 22, d'amiante 21 et de carbonate de chaux 20. 12, 13, 16, plaques, tirants et fers d'armature. — Fig. 27. — Cèmentation d'une pièce analogue à l'anneau *b* (fig. 34) cémentée en 42.42 avec acier conservé doux en 41, par la protection d'une couche 43 de gomme et de sulfate de cuivre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment, en un métal capable de résister indéfiniment aux pressions de contact, dont on ne connaît pas exactement l'intensité probablement très élevée. En Angleterre, on emploie en général, pour la fabrication des billes, de

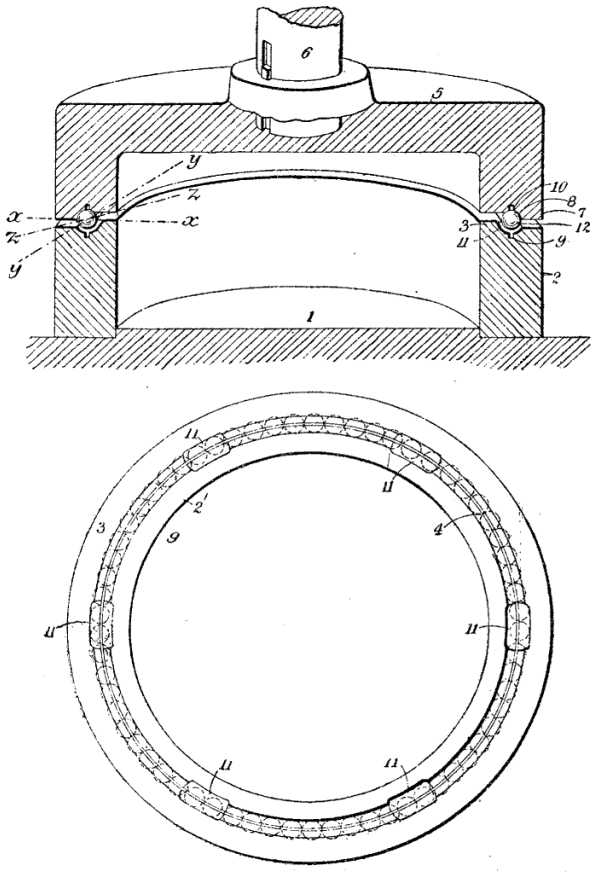


Fig. 28 et 29. — Polisseur de billes *Simonds*.

5, 6, meule, à gorge 8, alimentée d'huile et d'émeri par 10, tournant sur le marbre fixe 1, 2, 3, à gorge, 9. 11, évasement ayant pour objet de faire pivoter les billes 8 six fois par tour de la meule.

l'acier dur, ou acier à outil, et l'on part d'une barre d'acier dont on débite, au moyen d'outils fort ingénieux, des billes qui sont trempées, polies au rouge, puis triées avec une approximation d'un millième de pouce en diamètre ($0^{mm},025$) (1).

(1) *Gustave Richard* « Traité des machines-outils », vol. I, p. 144, Tours à billes, de Taylor Hubert, Cooper, Hoffmann, Hillmann.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aux États-Unis, *M. G.-F. Simonds*, qui s'est fait une spécialité de la fabrication de ces billes et de leurs applications, emploie, au lieu d'acier

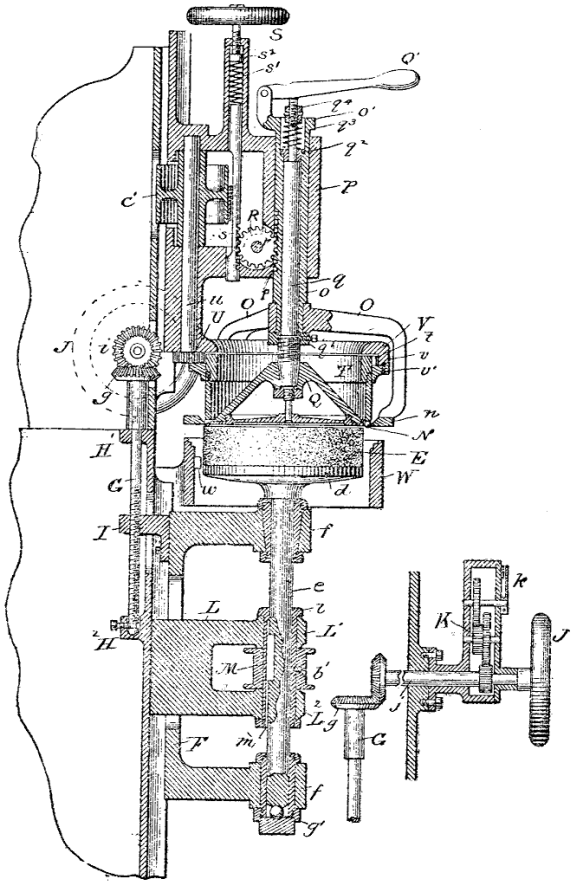


Fig. 30 et 31. — Machine à roder les billes de la *Cleveland Machine Screw C°*. Élévation, coupe et détail de l'indicateur.

E, meule à émerie, fixée au plateau *d* de l'arbre *e*, à crapaudine *f*, sur bille *g'*, réglable par le train J *i g* G F, à aiguille indicatrice *k*, dont la vis G, butée en H H', sur le batis, fait écrou en I dans le châssis F *fff*. *b*, poulie à manchon M *l*, rainuré en *m* sur *e*, et supporté par le bras L L' L_2, du bâti. *o'*, poulie faisant tourner par *u* U *t* (fig. 32), le tambour T, guidé et soutenu en V *v v'*, concentriquement au cône Q. Q', levier à rappel q_2 q_3 q_4, permettant d'abaisser le cône Q. q_4, butée limitant la levée du cône Q. N, anneau de garde suspendu par des bras O, au manchon *o* de *q*, et constamment soulevé sur T, par le ressort s_1 s_2 et le train *s* R *p*. r_1 (fig. 32), levier à cliquet r_2 permettant d'abaisser ou de soulever simultanément N et Q par R *s*.

d'outils, de l'acier doux Bessemer, à 0,10 p. 100 de carbone, qui coûte beaucoup moins cher, cémenté et trempé d'une manière spéciale.

La trempe des billes s'opère dans un double bain composé d'eau salée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

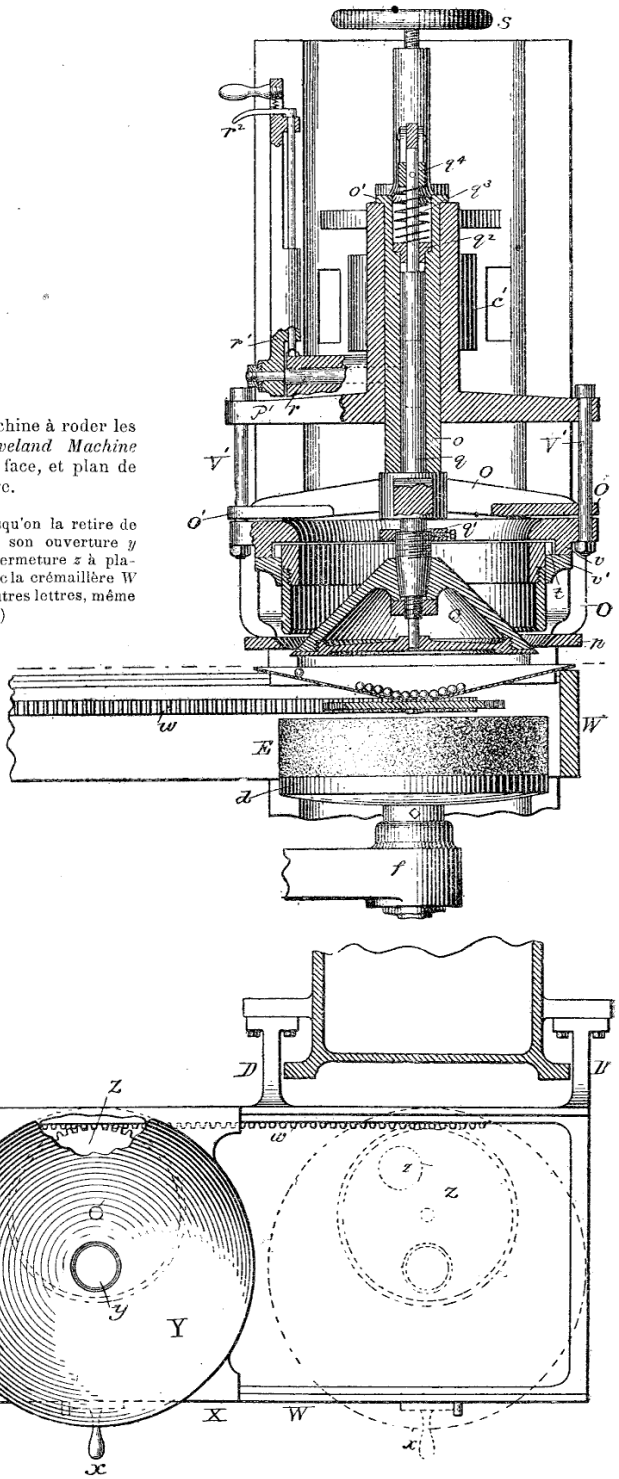


Fig. 32 et 33. — Machine à roder les billes de la *Cleveland Machine Screw Co*. Vue de face, et plan de la table d'enlevage.

Y, trémie qui, lorsqu'on la retire de droite à gauche, a son ouverture *y* démasquée par sa fermeture *z* à plateau *Z*, en prise avec la crémaillère *W* du banc. (Pour les autres lettres, même légende qu'en fig. 30.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surmontée d'une couche d'huile. Ce bain est renfermé dans une caisse A, (fig. 22) divisée par une cloison D, qui ne descend pas jusqu'au fond, en

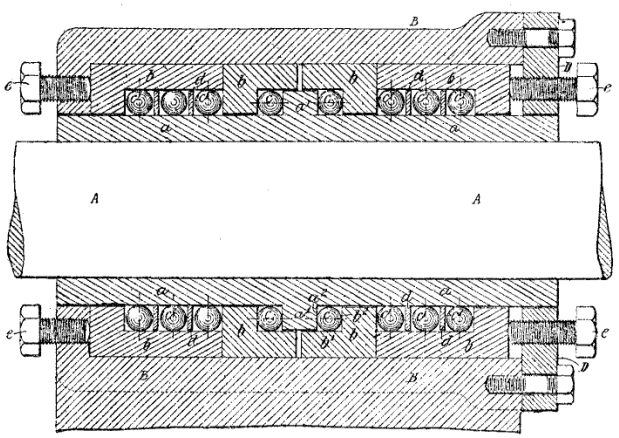


Fig. 34. — Palier à billes *Simonds*.

A, arbre. *a*, bague roulant sur huit rangées de billes *c*, maintenues entre des portées *b b*, à anneau *d d* et manchon B D, réglées par les vis *e e*, avec butée centrale *a'*.

deux compartiments C et B, communiquant par le bas, et renfermant l'un de l'eau salée, l'autre de l'eau salée surmontée d'une couche d'huile, dont

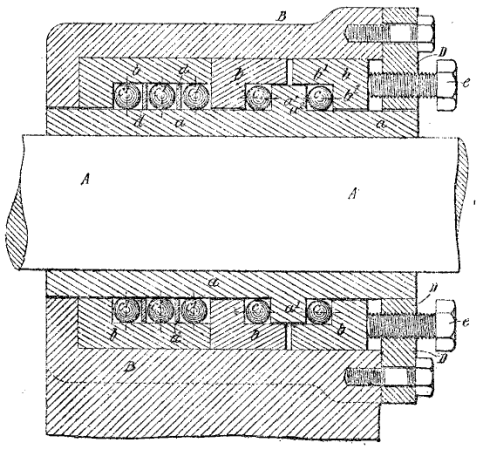


Fig. 35. — Palier à billes *Simonds*, à cinq rangées de billes *c* et butée *a'*, avec une seule rangée de vis de réglage *e*.

on observe la séparation par le regard E. On laisse d'abord tomber les billes dans le compartiment C, au fond duquel elles se rassemblent dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

raquette F (fig. 23); puis, après qu'elles y ont séjourné le temps voulu, on les amène dans l'huile par F, de sorte que les billes subissent successivement les deux trempes : à l'eau, puis à l'huile, sans passer au contact de l'air. On obtient ainsi, à la suite du refroidissement brusque et du durcissement extrême de la surface de la bille, un refroidissement intérieur par l'huile

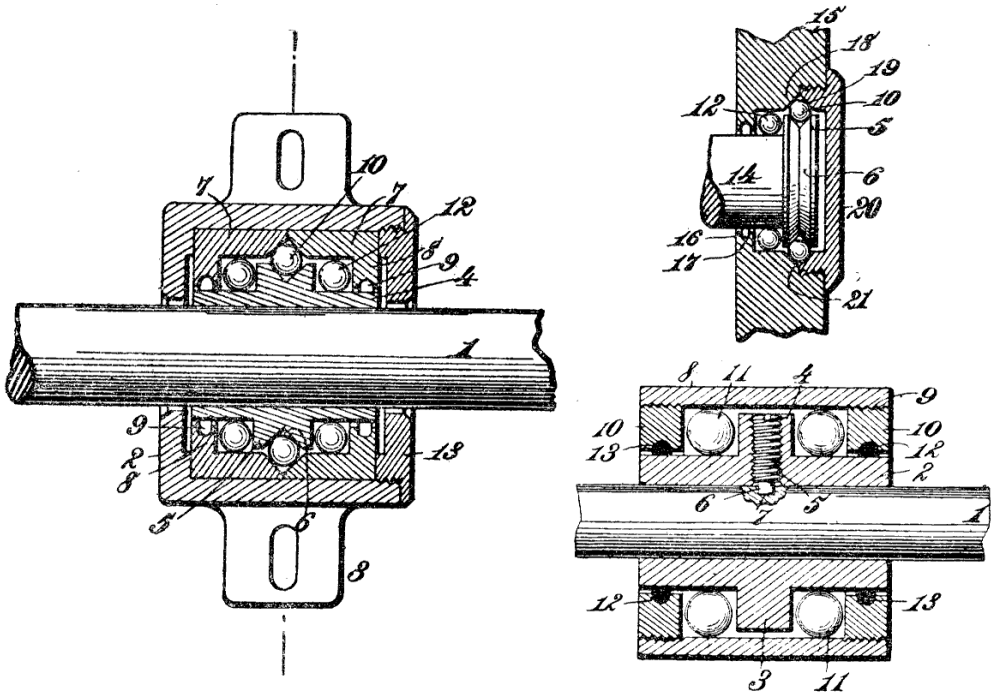


Fig. 36 à 38. — Petits paliers *Simonds*. Palier courant et palier en bout avec butées, palier courant sans butée. — Fig. 36 et 37. — 6,5 anneau à billes de butée 10, à gorge formée par les portées 7,7 ou 15,21, réglées par les bouchons 13 ou 19, 20. 12, billes porteuses. 9, 9 ou 16,17, garnitures contre la poussière. — Fig. 38. — 8 manchons à bouchons 10, avec garnitures 12,13. 2, bague de roulement des billes 11, fixée à l'arbre 1 par la vis 4, 5, à tèton 6,7.

assez lent pour ne pas déformer la bille, et sans y provoquer des tensions moléculaires dangereuses pour sa résistance.

La figure 24 indique comment on peut rendre ce procédé de trempe continu, en faisant passer du compartiment C à B, sous la cloison D, les billes posées sur une toile métallique sans fin, H.

La cémentation des billes et des chemins de roulement s'opère dans un four spécial, dont le principe est suffisamment indiqué par la figure 25. Ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

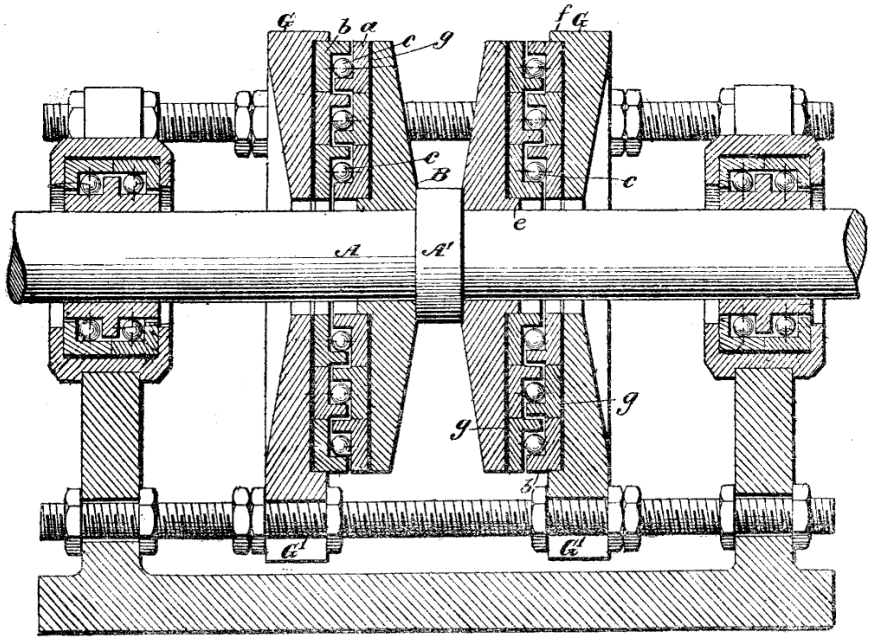


Fig. 39. — Plateaux de butée à billes *Simonds*.

A, arbre à collet A', avec plateaux B, à anneaux de roulement *c*, opposés à ceux *b* des plateaux fixes G*f*, réglés par les écrous G_1 *g*, fourrures en caoutchouc compensant les inégalités des plateaux.

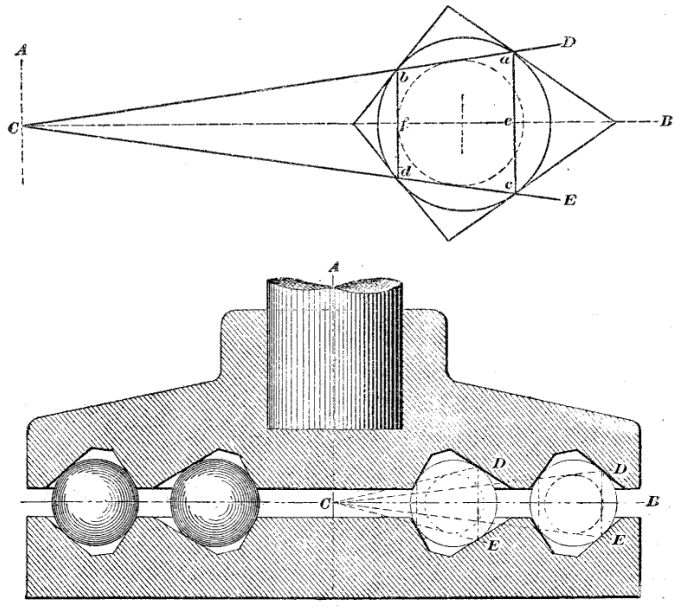


Fig. 40 et 41. — Tracé *Miller*, pour le roulement sans glissement des billes sur plateaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

four se distingue par le soin que l'on a pris d'en diminuer le plus possible le rayonnement par des chemises d'air 15, 38, 7 et des enveloppes d'amiante et de ciment, et d'y interdire l'accès de l'oxygène ou de l'air au laboratoire 4,

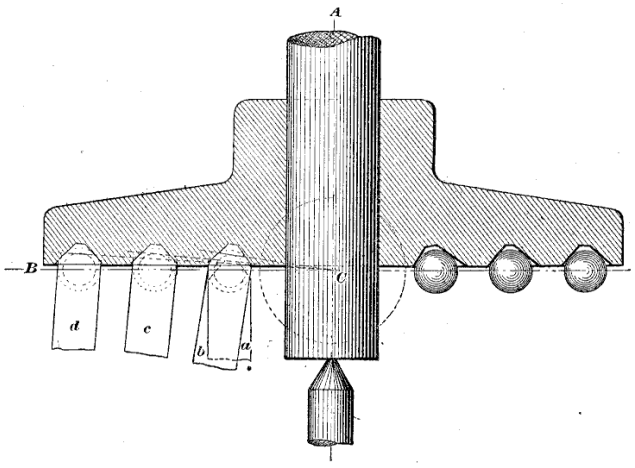


Fig. 42. — Exécution du tracé *Miller* par un même outil de tour *a*, différemment incliné en *b*, *c*, *d*, suivant le rayon des gorges.

qui ne reçoit guère, du foyer 3, autour des caisses de cémentation 40, que des gaz brûlés amenés par les canaux 28, 29, dont le tirage se règle très exactement par le registre à grille 35. La température du moufle 4 ne

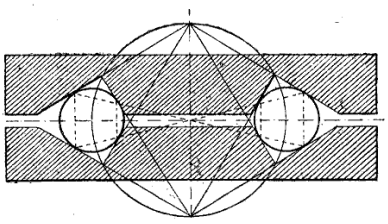


Fig. 43. — Tracé *Renouf*.

Étant donné le diamètre des billes et du cercle de roulement du centre des billes, on trace un cercle de ce diamètre passant par l'axe de rotation, on mène, de ses intersections avec cet axe, des tangentes extérieures et intérieures aux billes, qui constituent les génératrices des gorges de roulement.

dépasse guère 750° environ. On est arrivé à régler l'action et le degré de cette température relativement basse avec assez de précision pour cémenter les pièces exactement au degré voulu, avec une faible dépense de combustible, et aux endroits voulus, en recouvrant les endroits à ne pas cémenter,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

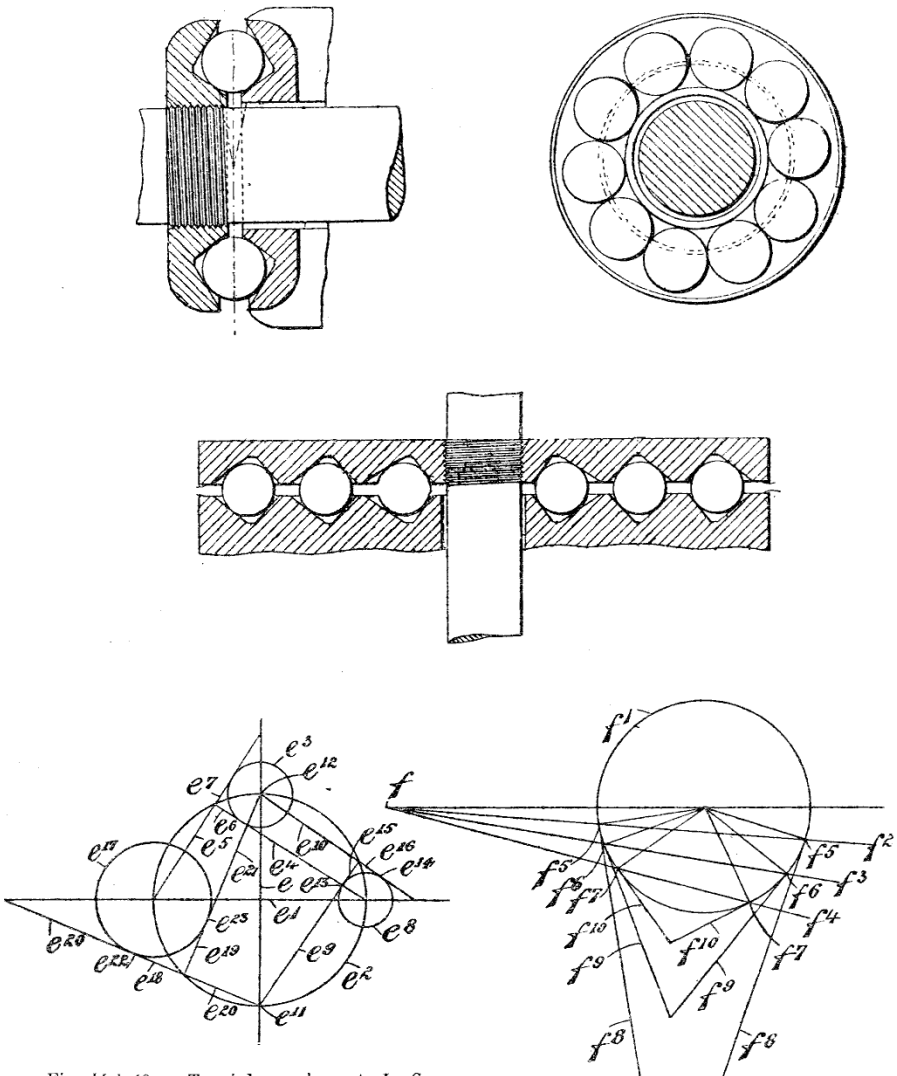


Fig. 44 à 48. — Tracé des roulements *La Casse*.

Fig. 47. e_2, circonférence passant par les centres de deux billes diamétralement opposées. e_4, e_5, tangentes menées de ces centres à la circonférence e^2, de diamètre égal à celui d'une bille. Les parties $e_6 e_7$ des droites $e_4 e_5$ sont les génératrices des roulements (fig. 44), pour des billes de diamètre e_3. Si, en prenant e pour axe de pivotement, on mène $e_9 e_{10}$, de $e_{11} e_{12}$, tangentes en $e_{13} e_4$. à la circonférence e_4, les segments $e_{15} e_{16}$ sont les génératrices des roulements de rayon e_1, sur billes e_8 (fig. 46). e_{17}, grosse bille, à roulement défini par les segments extérieurs $e_{18} e_{19}$, des tangentes $e_{20} e_{22}$, menées de $e_{11} e_{12}$, aux points $e_{22} e_{23}$, de e_{17}. — Fig. 48. — Tracé spécial aux paliers de butée. f_1, bille. f, axe de pivotement. Les tangentes $f^8 f_9 f_{10}$... menées à la circonférence f_7, par ses intersections avec les droites du faisceau $f_5 f_6$... déterminent les génératrices des roulements correspondants aussi éloignés que possible de f.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 27) d'un enduit de gomme et de sulfate de cuivre très adhérent, qui ne se crique pas au feu.

Quant aux billes laminées à chaud par une machine à forger analogue à celle qui figurait à l'Exposition de 1889 (1), on les finit dans un polissoir

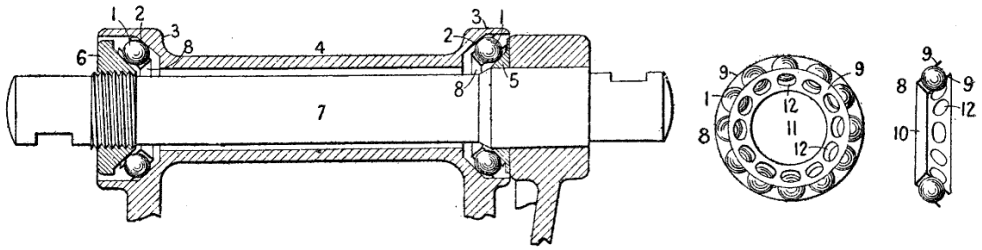


Fig. 49 à 51. — Portées pour essieu de vélocipède *Simonds*, coupe longitudinale et détail de la cage des billes.

7, essieu. 4, moyeu de la roue, avec colets 3, 3. 8, 10 cages à billes 2, maintenues, par les trous 12 de leurs faces 9, 9, sur les roulements 5 et 2, réglables par l'écrou 6.

dont le schéma fig. 28 fera comprendre le principe. Les billes y sont roulées, entre le disque tournant 5 et le marbre fixe 2_1 dans une gorge en fonte alimentée d'huile et de rouge d'Angleterre par les saignées 10, et dont les parois

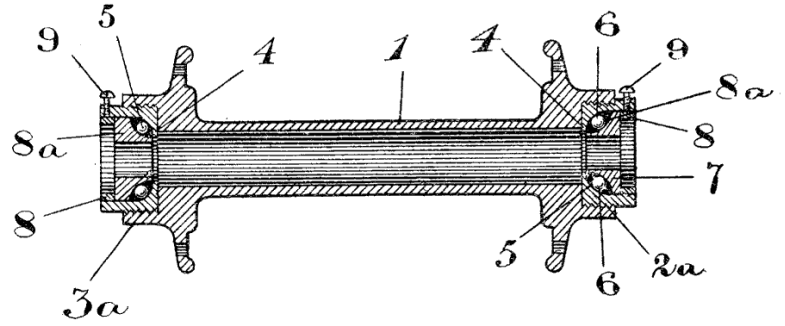


Fig. 52. — Essieu de vélocipède *Bell et Moore*.

1, moyeu reposant sur les douilles 8_a et 7 de l'essieu, à retenues 8, 9, et filetages 2_a, 3_a, par les billes 5, 6.

sont inclinées de façon que les billes pivotent autour d'un axe instantanné $z.z$, constamment variable entre les limites $x\ x$, $y\ y$. Les évasements 11 font que cet axe change brusquement au moins quatre fois par tour de la meule 5. On obtient ainsi un rodage absolument uniforme et sans facettes.

(1) *Portefeuille Économique des machines*, mars-avril 1889. *Bulletin de la Société d'Encouragement*, février 1890, p. 104. Voir aussi la nouvelle machine de *Simonds* (brevet anglais 14 297 de 1893) et celle de *Gould* (brevets anglais 10 201 et 19 016 de 1889).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous citerons encore la remarquable machine à polir les billes de la *Cleveland Machine Screw C°* (fig. 30 à 33), dans laquelle les billes sont prises dans une voie ou gorge annulaire ménagée entre la garde N et le bord

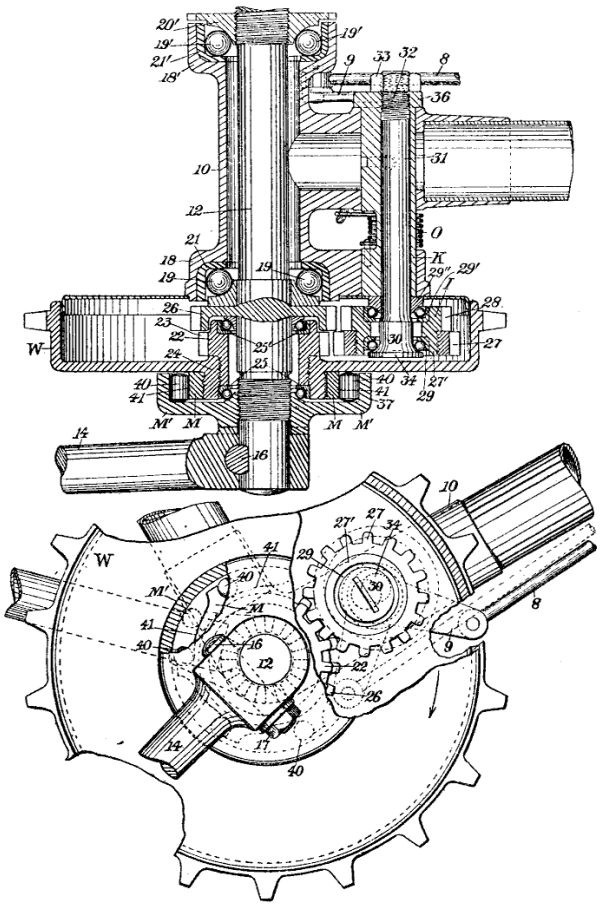


Fig. 53 et 54. — Multiplicateur de vitesse pour vélocipèdes *Sequeira,* coupe horizontale et vue par bout.

14, pédale calée en 16 sur l'essieu 12, entraînant le plateau M′, à galets 40, pris entre son rebord 37 et le roulement 41 du rochet M, solidaire de la roue à chaîne W 24, à manchon denté 22, roulant sur les billes 25. 26, pignon calé sur 12, et entraînant ordinairement W, plus vite que 12 par le train I, 28, 27, 22, à roulements 27, 29, 34, 29′, 29″, débrayable par 8, 9, au moyen du manchon excentré 36, K, de 30, 31, à rappel O. 10, moyeu de la roue folle, à portées 18, 21. 18′, 21′, sur billes 19, 19′, réglables en 20′.

du cône Q, légèrement excentré par rapport à la meule d'émeri E, dont la distance à N est rigoureusement réglée par un indicateur à aiguilles *z*, suivant le diamètre des billes. Ces billes, ainsi roulées et rodées entre la meule et le bord du tambour T, animé lui-même d'une rotation lente, sont ensuite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

déversées après rodage, par un coup du levier Q', abaissant (fig. 32) le cône Q dans une trémie conique Y, dont l'ouverture y est alors fermée par une plaque z, qui, lorsqu'on retire la trémie, est déplacée par la prise de son pignon Z sur la crémaillère W, de manière à découvrir y et à laisser les billes s'évacuer automatiquement.

Les billes ainsi fabriquées durent presque indéfiniment (1). M. Simonds cite comme exemple un essieu de voiture de tramway (fig. 71) avec roule-

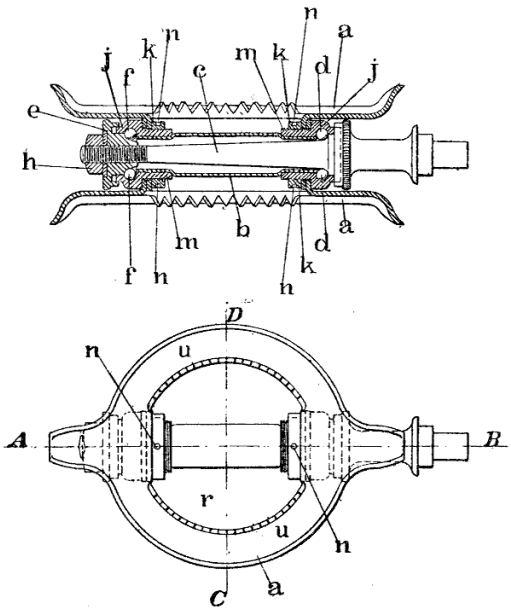


Fig. 53 et 54. — Pédale de vélocipède *Warwick*. Plan et coupe A, B.

u, D C, pédale créneléo, fixée par les écrous *m k n*, au manchon *b*, reposant sur la fusée *c* par les roulements *j j* des billes *d* et *f*, réglés par l'écrou *h*, à rondelle *e*.

ments à billes de 10^{mm} de diamètre, dont les billes ne présentaient aucune trace d'usure après cinq mois de travail à 16 heures par jour, et des vélocipèdes marchant dans les mêmes conditions pendant deux saisons : dans une expérience, des billes ont roulé pendant 4 ans entre deux plateaux, sur des surfaces planes et sous une forte pression, sans trace d'usure. La précision

(1) D'après *M. Vernon Boys*, 12 billes d'un roulement de vélocipède n'avaient, après un parcours de 1600 kilomètres, perdu que 1/20.8 de grain (1/300 de gramme), ou 1/250 de grain (1/3750 de gramme) par bille, correspondant à une usure de 1/158000 de pouce, ou d'environ 1/6000 de millimètre (*Inst. of. Mechanical. Engineers*. Proc., oct. 1886, p. 500).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'exécution est telle que l'on a pu produire des billes de $\frac{1}{6}$ $\frac{1}{32}$ $\frac{1}{64}$ de pouce (4mm 0mm,8 et 0mm,4) avec une approximation d'un dix-millième de pouce ($\frac{1}{400}$ de millimètre) (1).

Quant à la résistance au roulement, on peut, dans certains cas, l'évaluer au treizième de celle des portées ordinaires. Dans un essai, un arbre de 54mm de diamètre, sur palier à billes de 9mm, 1/2, a pu marcher, à 1 600 puis à 2 600 tours, sous une charge de 1 270 kilos, tandis que le palier ordinaire chauffait sous une charge de 90 kilos à 1 000 tours seulement.

La résistance de ces billes à l'écrasement est très considérable : jusqu'à

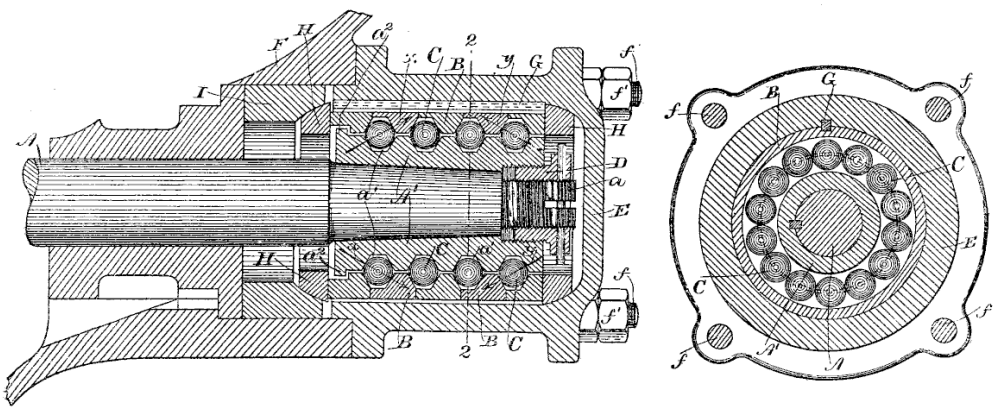


Fig. 55 et 56. — Butée pour ascenseurs à vis de *Bassett* (Compagnie Thomson Houston), coupes longitudinales et 2-2.

A, extrémité de l'arbre de la vis, avec collet de butée A′, à gorges a' et billes C, roulant sur a' et les anneaux B, maintenus dans la boîte E, à boulons $f f'$, par la cale G, les rondelles sphériques égalisatrices H H et l'appui I, de manière à pouvoir résister aux poussées opposées $x\,x$ et $y\,y$. D a serrage de a' sur A, permettant l'enlèvement facile de tout le système.

26300 kilos pour une bille de 10mm, sans l'écraser : ces billes de 10mm peuvent, sans aucune altération des roulements, supporter, entre des surfaces planes en acier Bessemer cémenté, des pressions de 1 100 kilos par bille.

Il est impossible de savoir exactement, faute de mesures précises et d'une exécution très difficile, à quelle pression par millimètre carré correspondent ces charges; mais, étant donnée la dureté des roulements, ces pressions doivent être évidemment très élevées. D'après certaines expériences exécutées par M. Oberlin Smith (2) sur des osselets de roulement pour presses à genoux (3), des surfaces de contact en acier trempé, évaluées à 20 $^{m}/_{m}$ de

(1) *Journal of the Franklin Institute*, octobre 1893, p. 292.
(2) *American Machinist.*, 5 sept. 1894, p. 4.
(3) Presse monétaire des plus remarquables (*American Machinist.*, 12 oct. 1893).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

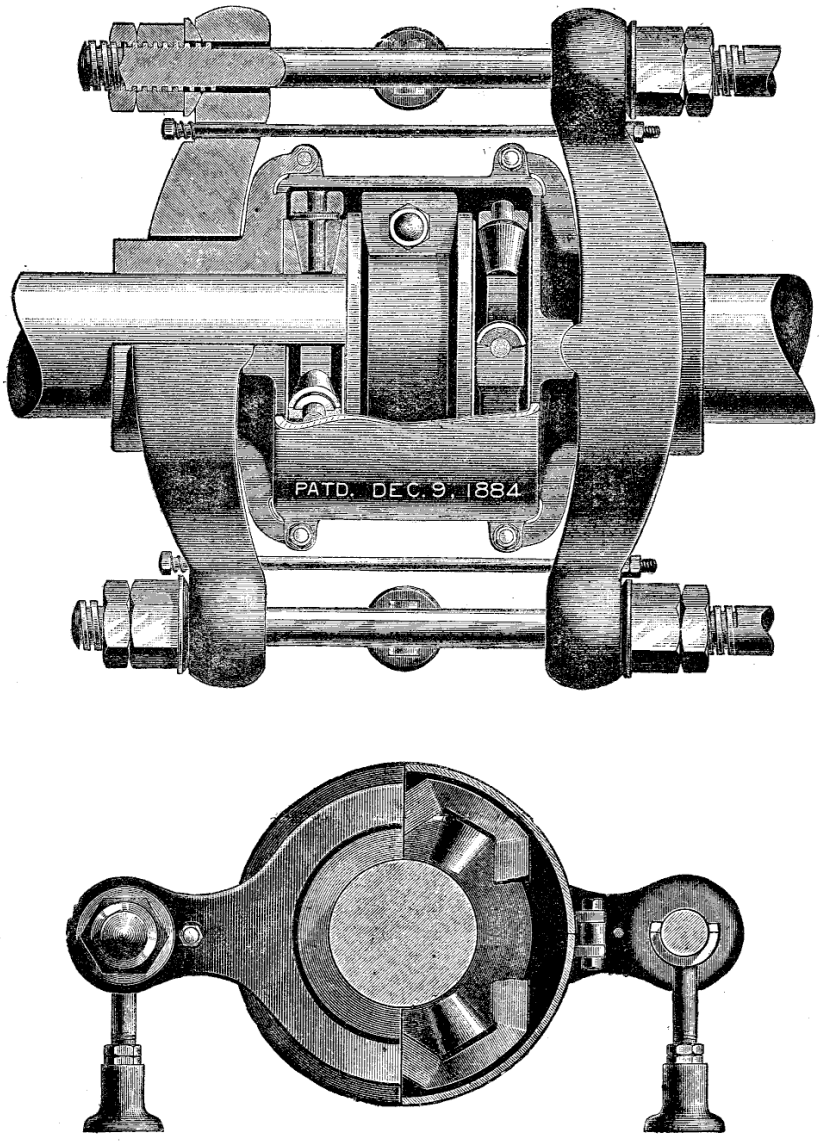


Fig. 57 et 58. — Butée à galets coniques de *Currier et Snyder :* plan-coupe, vue par bout, et coupe transversale.

3, galets répartissant uniformément la pression sur 3 points, portés par une pièce triangulaire ayant, dans son enveloppe, le jeu suffisant pour qu'elle se déplace jusqu'à l'établissement automatique de cette répartition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

long sur 3 de large, ont pu supporter jusqu'à 80 tonnes, ou plus de 1 300 kilos, par millimètre carré. Un cube de cet acier, de 560 millimètres carrés de base

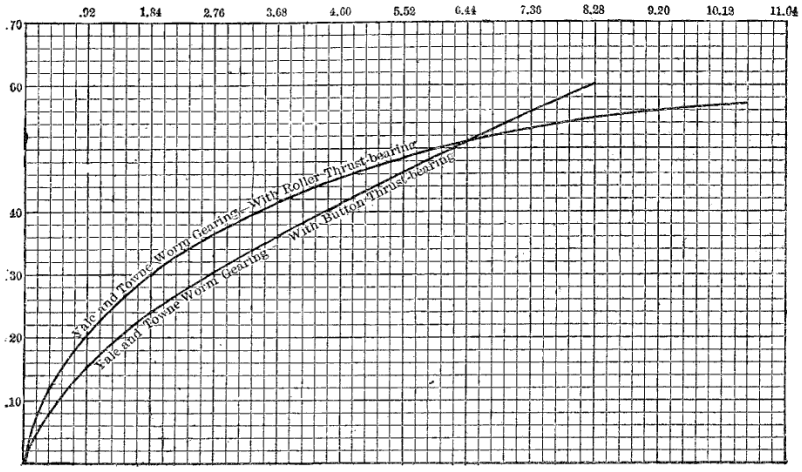


Fig. 59. — Courbes de butée de la *Yale and Towne C°*. Résistance d'une transmission hélicoïdale à butée ordinaire et à butée sur billes (Roller Thurst Bearing). Les abscisses représentent les puissances en chevaux par 100 tours de l'arbre moteur, et les ordonnées les rendements du mécanisme en tant p. 100.

sur 20 millimètres de hauteur, s'est écrasé sous une charge de 100 tonnes, ou de 180 kilos par millimètre carré, près de huit fois moindre que la précé-

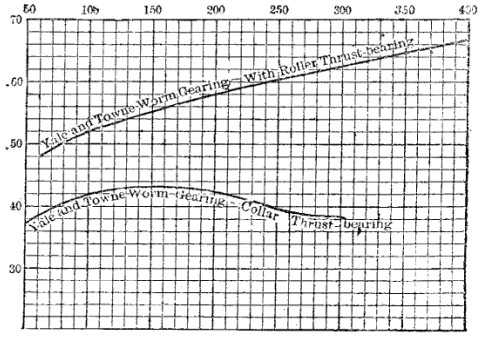


Fig. 60. — Courbes de butée de la *yale and Town C°*. Les ordonnées représentent les rendements de la transmission hélicoïdale (fig. 59) et les abscisses les tours par minute de l'arbre moteur. Ces courbes montrent que les butées à billes ont, à la vitesse de 300 tours, presque doublé le rendement de la transmission, et que la transmission hélicoïdale est très désavantageuse aux faibles vitesses.

dente. Cette différence ne peut guère s'expliquer que de deux manières : par une évaluation erronée des surfaces en contact, mais qui ne ferait jamais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'atténuer la différence, ou parce que la matière des surfaces en contact serait retenue, jusqu'à un certain point, comme une sorte de fluide relativement incompressible par la masse environnante.

La figure 34 représente l'un des types les plus simples de paliers *Simonds*, à huit rangs de billes portant, non pas sur l'arbre même A, mais sur son manchon *a*. Les deux rangées centrales *cc* supportent la butée des efforts longitudinaux, et les autres le roulement de l'arbre : ces dernières rangées sont sépa-

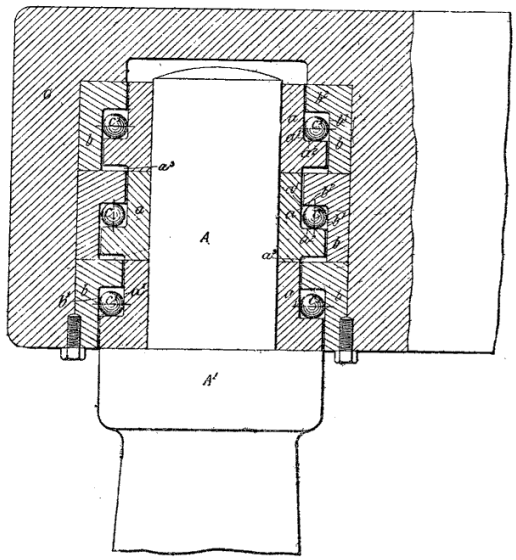


Fig. 61. — Crapaudine pour perceuse *Simonds*.

AA', porte-foret appuyé par le bras G, avec trois anneaux de roulement *a*, à billes *c.c,c*, butées et anneaux de roulements fixes *b* : la rangée de billes *c* roulant en butée sur a_2 b_2, et les deux rangées c^1 c^1 roulant comme guides sur les chemins latéraux a_1 et b_1.

rées par des rondelles *d*, entraînées par *a*. L'ajustage des anneaux de roulement se fait par les vis *c e*, que l'on peut, ainsi que l'indique la figure 35, n'employer que d'un seul côté, de manière à raccourcir d'autant le palier. Ces paliers, très bien conçus, présentent l'avantage de pouvoir se monter à un point quelconque d'un arbre.

On retrouve l'application de ce même principe dans le petit palier (fig. 36) à un seul anneau de butée 10, et à deux rangées de billes de roulement 12, avec garnitures *q.q*, et bouchon fileté 13, servant en même temps à l'ajustage des portées 7 et 8. La figure 37 en indique l'adaptation à un bout d'arbre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, dans le type très simplifié de la figure 38, les billes de butée sont entièrement supprimées.

Au contraire, quand la butée est considérable, on emploie (fig. 39) des

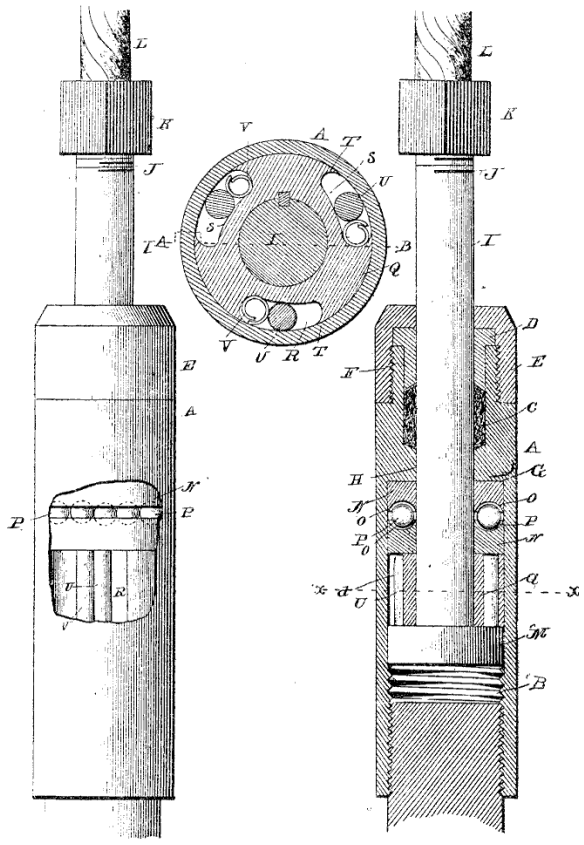


Fig. 62 à 64. — Butée à billes *Swan* pour sondages. Élévation, coupes longitudinale et x,x.

A, porte-outil, auquel on visse, en B, par exemple, un fleuret de sondage, avec garniture C., serrée en D, E, F. L, câble relié par un écrou K à la tige I, à tête M et embrayage Q, avec cames R, S, T et ressorts V, entraînant A dans un sens seulement par l'arc-boutement des galets U. N P. O. G butée à billes de Q. Quand on lève le fleuret, son poids fait détendre la corde librement, grâce au roulement par billes, puis, quand il retombe, la corde se retord en tournant le fleuret par U, de manière qu'il ne frappe jamais deux fois à la même place.

plateaux fixes G G, réglables par des écrous G_1, pourvus de rondelles ou d'anneaux de roulement b, opposés à ceux a des plateaux B, calés sur l'arbre. Le tout est très facilement démontable.

Les gorges de ces plateaux de butée ne devraient pas être établies au hasard; mais, afin d'éviter tout glissement, tracées, comme l'indiquent les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

figures 40 à 42, de manière que les contacts de leurs sphères se fassent sur les cercles de roulement $a\,c$, $b\,d$, de leurs cônes de roulement, D, C, E. (fig. 41).

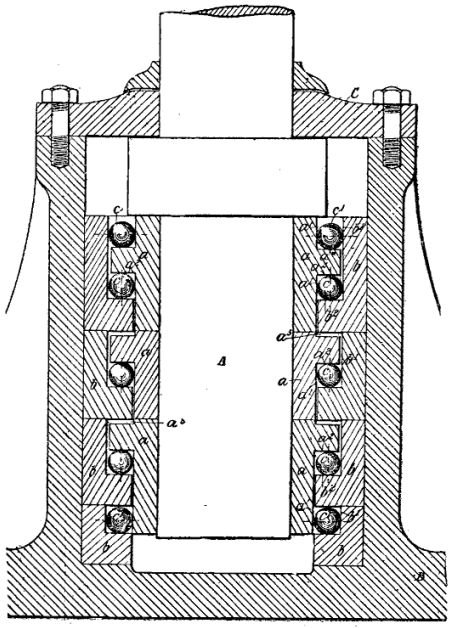


Fig. 65. — Crapaudine *Simonds*.

A, arbre à collet avec anneaux de roulement mobiles a, et fixes b, billes de guidage $c_1\,c_1$, roulant sur $a_1\,b_1$, et de butée $c\,c\,c$, roulant sur $a_2\,b_2$.

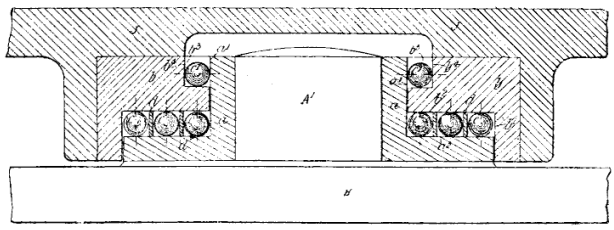


Fig. 66. — Pivot *Simonds*.

A, pivot centreur, à roulement fixe a. j, plaque à roulement mobile b, sur billes porteuses c, à cloisons d, roulant sur a_2 et b_2, et à billes guides $c_1\,c_1$, roulant sur a_1 et b^1.

On obtient le même résultat avec le tracé représenté par les figures 44 à 48.

L'emploi des portées à billes pour les *vélocipèdes* est universel aux États-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Unis comme en Europe; les figures 49 à 54 en représentent quelques types intéressants.

La caractéristique du type de *Simonds* est (fig. 49) l'emploi d'une cage 8,

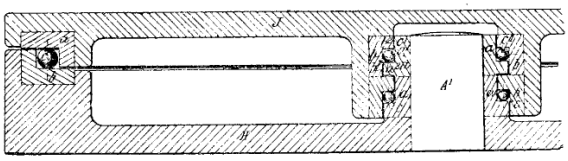


Fig. 67. — Plaque *Simonds*, ayant au centre deux rangées de billes : l'une c, porteuse, roulant sur b et a, et l'autre c_1, guide sur a_2 et b_2; puis, à la circonférence, une rangée de billes porteuses c, roulant sur a et b.

dont il suffit d'écarter les parois $q.q$ pour retirer les billes, et qui empêche ces billes de se coincer et de frotter les unes sur les autres, tout en leur

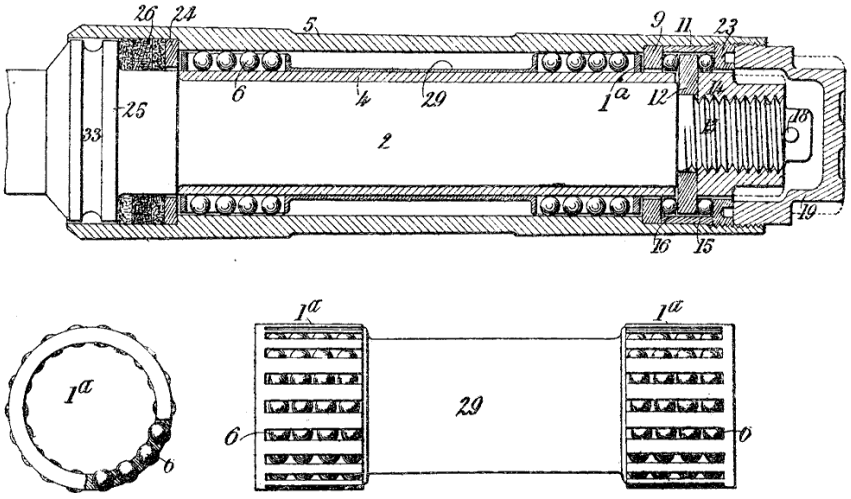


Fig. 68 à 70. — Essieu de voiture *Simonds*. Ensemble de la boite et détail de la cage.

2, essieu, à gaine 4, avec cage 29, à lanternes 1a et billes porteuses 6, 6. 12, rondelle à billes de butée 15, roulant sur les bagues 9 et 23, à écartement 11. 14, écrou à goupille 18. 19, chapeau fermant la boite.

laissant une pleine liberté de roulement sur des surfaces planes, et non pas creusées comme d'ordinaire.

Les roulements de *MM. Bell et Moore* ont (fig. 52) l'avantage de pouvoir s'enlever sans toucher aux billes, en dévissant leurs cages 7 et 8 a.

La *pédale* de *Warwich* est (fig. 53) remarquable par son extrême légéreté, l'accessibilité et le bon abri de ses roulements.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mécanisme multiplicateur de *Sequira* présente (fig. 53) un exemple très intéressant de l'application des roulements sur billes aux transmissions de vélocipède. Dans ce mécanisme, la roue à chaîne W n'est pas calée sur l'arbre 12 de la pédale 14, qui l'attaque par un embrayage à arcboutement M' M, avec galets 40, roulant sur des cames 41 de M de manière à céder quand la roue W tend à tourner plus vite que l'arbre 12. Il en résulte que, dans la marche normale, avec le multiplicateur de vitesse I embrayé par l'excentrique K, lorsque l'arbre 12 commande W par le train à billes 26, 28,

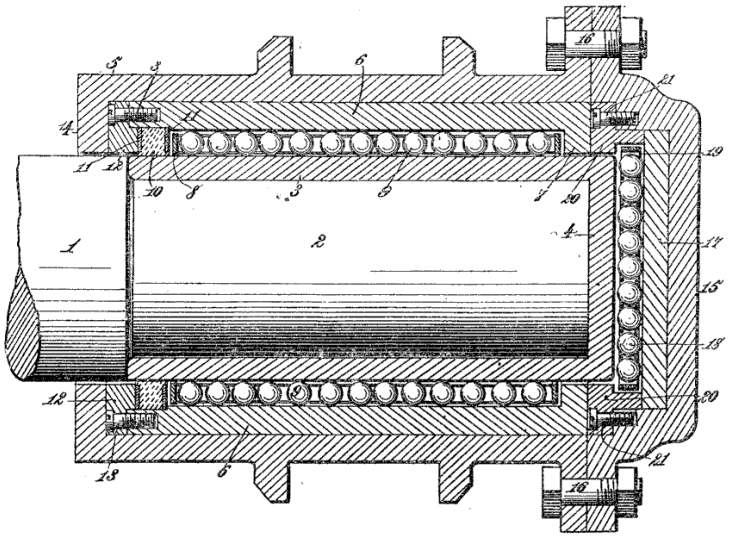


Fig. 71. — Boîte à graisse *Simonds* pour tramways.

1, essieu à fusée 2, avec gaine 3. 4, lanterne 8, à billes porteuses 9, garniture 10, 11, maintenue par l'arrière 12, 13, de l'enveloppe 6, fermée à l'avant par l'anneau 20, 21 et le chapeau 15, fixé au corps 5, de la boîte par des boulons 16, avec plaque 17 et plateau 19, à billes de butée 18.

27, 22, l'embrayage M M' laisse W tourner librement sur 12 ; mais, quand on débraye le train multiplicateur, comme sur la figure 53, l'embrayage M M' enclanche graduellement W, à mesure que sa vitesse diminue, puis devient égale à celle de l'arbre 12, qui, dès lors, l'entraîne directement par cet embrayage, de sorte que ce changement de vitesse peut s'opérer sans quitter la pédale (1).

(1) A citer les roulements pour vélocipèdes types *Eolus* (Inst. of *Mechanical Engineers*, oct. 1885, p. 471), les *Multiplicateurs Philips* (brevet anglais 18719 de 1892), *Smith* et *Hopkins* (*id.*, 10507 et 11593 de 1893), *Trépeau* (brevet américain S 02332 de 1893), *Mariott et Cooper* (*id.*, 491 429 de 1893), et le *différentiel* de *Vernon Boys* (*id.*, n° 171 de 1883).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces butées à billes sont d'un emploi général aux États-Unis, principalement pour les *transmissions par vis sans fin* (fig. 55); mais, pour les grandes vitesses, on leur préfère souvent les butées à galets coniques, dont la figure 57 représente un excellent exemple. Les courbes (fig. 59 et 60), qui représentent les résultats d'expériences exécutées par *M. Towne*, indiquent combien la supériorité de ces butées augmente avec la vitesse (1).

On sait que, jusqu'à présent, les tentatives d'application des roulements sur billes ou galets aux *butées des arbres d'hélice* n'ont obtenu aucun succès. Or, cet insuccès tient évidemment non pas au principe très rationnel

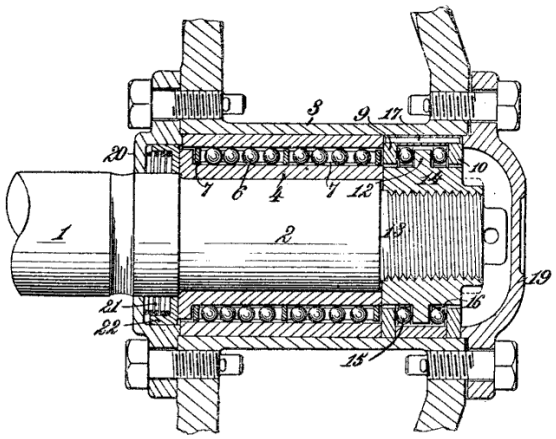


Fig. 72. — Essieu de tramway *Simonds*.

1, essieu à fusée 2, à gaine 4, avec lanterne 7, à billes porteuses 6, 14, écrou, à roulements 12 et 10, sur billes de butée 15, 16, 19, chapeau, 22, anneau de garde, à ressort 21, appuyé sur le chapeau 20.

de cette application, mais sans doute à l'emploi de surfaces de roulement défectueuses ou mal calculées, comme semblent le prouver certaines expériences récemment exécutées sur des butées à galets de courbure calculée pour éviter presque tout frottement de glissement (2).

Ces butées réussissent au contraire parfaitement dans une foule d'applications pour les rotations à grande vitesse et à faible pression comme on

(1) *Journal of the Franklin Institute*, août 1880, p. 103. Voir aussi dans la *Revue industrielle*, 26 avril 1890 (p. 164), les expériences de *Goodman* sur les paliers à billes.

(2) Types de *Wilkes* et *Edwards* (*The Engineer*, 17 août 1894, p. 146). A citer aussi les roulements cylindro-coniques de *Purdon et Wallers* (*Portefeuille des machines*, septembre 1893, p. 138. *Engineering*, 6 octobre et 8 déc. 1893, pp. 429 et 698. Brevet anglais 3369 de 1893). Les butées à galets de *Carver* (Brevet anglais, 738 de 1885 et de *Pither* (*The Engineer*, 7 déc. 1894, p. 494) et la butée hydraulique d'*Inglis* (*id.*, 11527 de 1892).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en rencontre tant dans les *machines outils* (1) (fig. 61), et pour les transmissions flexibles (fig. 62); et l'on doit s'étonner que leur emploi ne se répande pas davantage.

Les *crapaudines*, *plaques tournantes*, etc., ne sont, en principe, que des cas particuliers du tourillon de butée; ainsi que l'indiquent les figures 65 et 67,

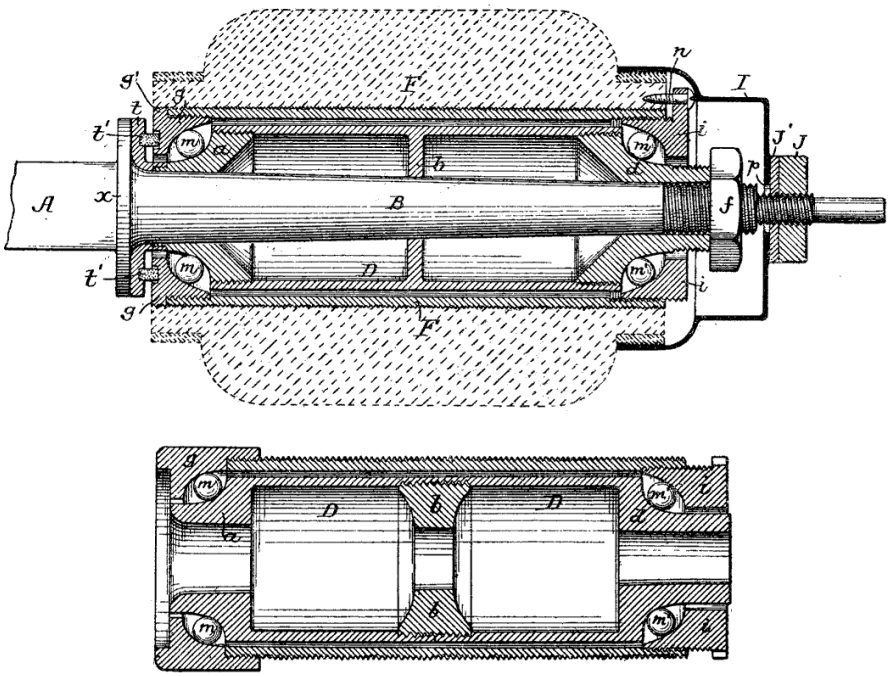


Fig. 73 et 74. — Essieu de voiture *Pettit et Congdon*.

Fig. 73. — A, essieu, à fusée B. D *b*, enveloppe à roulements filetés *a* et *d*. F, cage du moyeu à roulements filetés *g* et *i*, avec garniture en cuir *t t' x*. I, chapeau avec garniture en cuir J J' *p*. *n*, vis fixant *i* au moyeu de la roue. *m m'*, billes de support et de butée. — En fig. 74, D est en deux pièces, filetées sur *b*, et venues de forge avec *a* et *d*.

les roulements à billes de *Simonds* s'y appliquent parfaitement bien.

L'application du roulement à billes est aussi tout indiquée pour les *essieux de voitures, de tramways* et *de wagons*, et le succès obtenu sur les vélocipèdes, avec des pressions, des fatigues, et dans des conditions très désavantageuses, donnent à penser que l'on a peut-être parfois trop vite abandonné l'étude de cette application des plus importantes.

(1) *Gustave Richard*. Traité des machines-outils, vol. I, p. 33 et 55.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La boîte à billes pour essieux de voitures de *Simonds*, qui est parfaitement étudiée et a bien réussi, est représentée en détail par les figures 68 à 70. Le roulement des bielles s'y fait, comme dans presque tous les types de

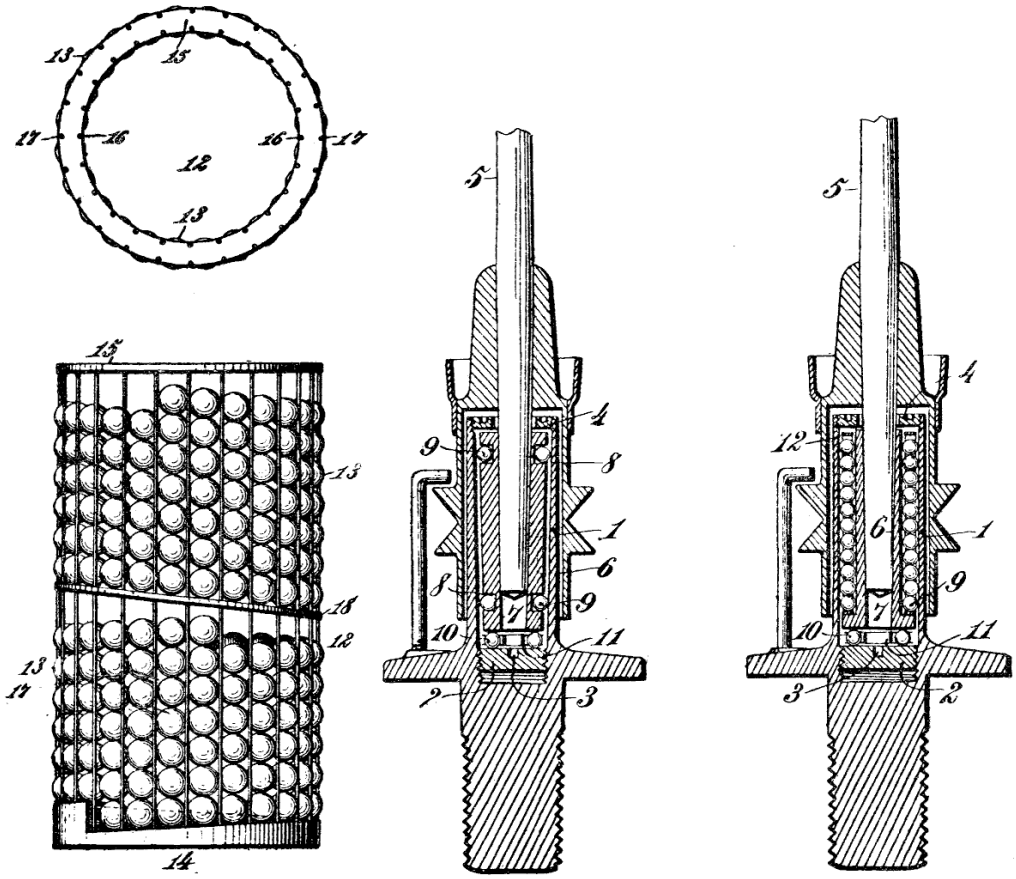


Fig. 75 à 78. — Broche à billes *Simonds*.

5, broche. 1, crapaudine fixe, fermée au bas par un bouchon fileté 2, ajustable par un tournevis en 3, et en haut par une rondelle filetée 4. 6, 7, portée de la broche, à billes de butée 10 et de guidage 9, dans des gorges 8, ou dans une cage 12, analogue à celle 13, 15 (fig. 75), où les billes reposent sur des rampes hélicoïdales 14 et 18, de manière qu'elles ne creusent pas leurs roulements.

Simonds, non pas sur la fusée 2, mais sur deux douilles 4 et 5, en acier doux cémenté et trempé comme nous l'avons indiqué à la page 874, et les billes sont montées dans des lanternes ou cages 1^a. 1^a, libres entre 4 et 5, qui ne font que retenir les billes sans en gêner le roulement en tout sens, et qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

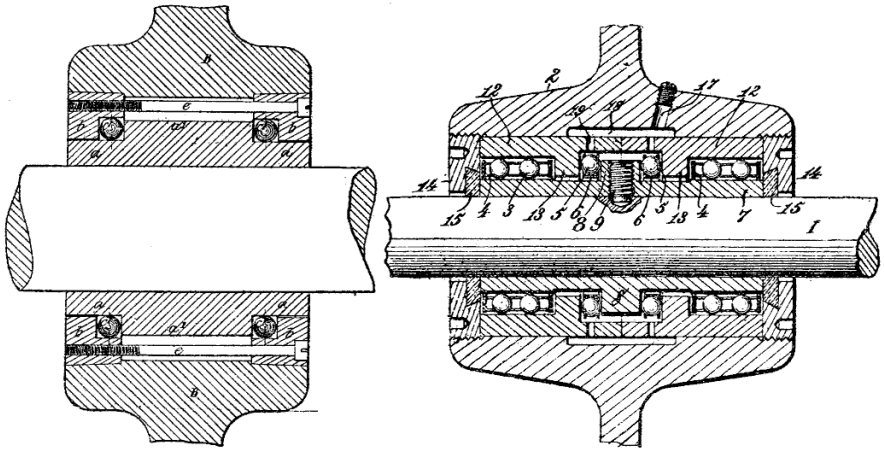


Fig. 79 et 80. — Poulies folles à billes *Simonds*.

Fig. 79. — B, poulie. A, arbre. *a* et *b b*, roulements de support et de butée sur les billes *c c*. *e*, boulons conjuguant les roulements *b b*. — Fig. 80. — 1, arbre avec gaine 7, fixée en 9, billes de butée 5, à cages 6 et roulements 8 et 13, et billes de support 3, à cages 4 et roulements 12 et 7. 2, poulie à graissage 17 et garnitures 14, 15.

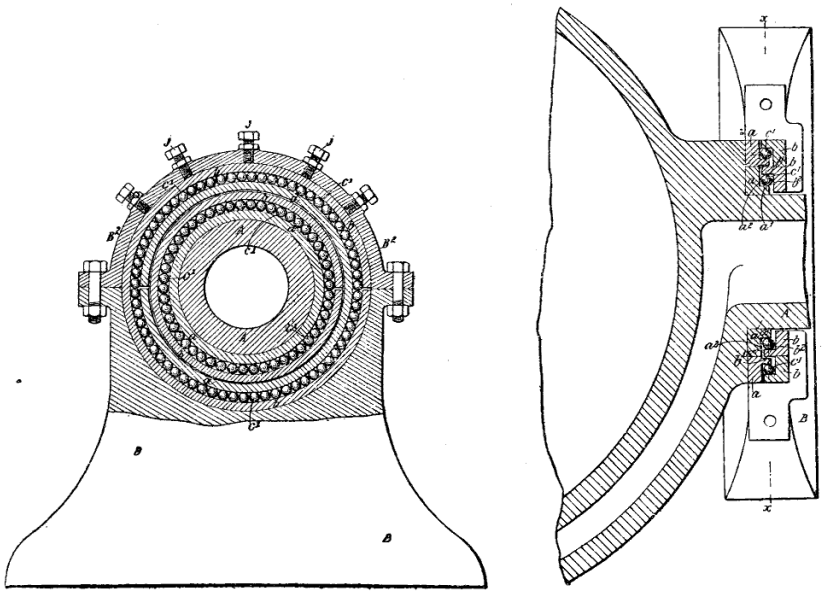


Fig. 81 et 82. — Tourillons *Simonds* pour cylindre oscillant.

A, Tourillon avec deux anneaux de roulement *a a*, pour billes porteuses *c c*, sur roulements fixes *b b*. L'un des anneaux *a a*, et les deux *b b* sont fendus et serrés par les vis *j* du chapeau B_2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constituent l'une des particularités les plus heureuses du système; elles permettent en effet d'enlever et de remplacer les billes sans les perdre, et très

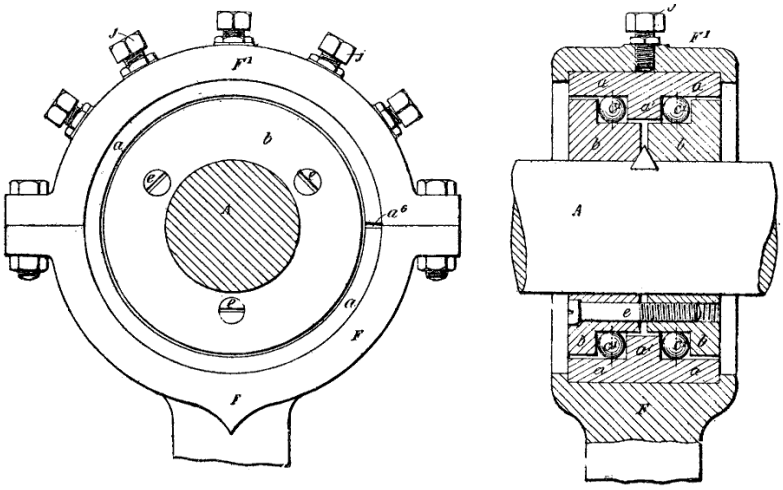


Fig. 83 et 84. — Tête de bielle à billes *Simonds*.

A, arbre avec anneaux de roulement *b b*, serrés en *e*, et fixés par une cale triangulaire. $a_1\,a\,a$, anneau de roulement de la tête de bielle F F_1, fendu en *a b* et serré par les vis *j*. $c_1\,c_1$, billes de support de butée.

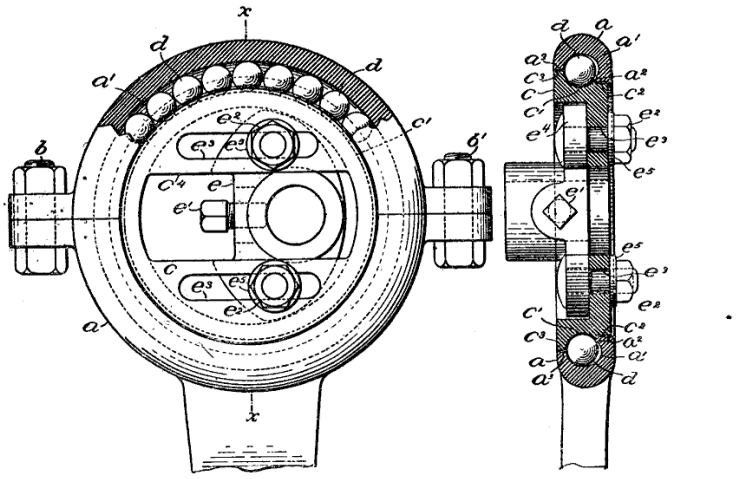


Fig. 85 et 86. — Excentriques à billes *Knowlton et Meyer*. Vue de face et coupe *x x*.

a b a, collier de l'excentrique *c*, à calage variable par les boulons $c_2\,e_3$, à coulisses e_3, qui rattachent *c*, au plateau *e* e_2, fixé en *e'* sur l'arbre. *d*, billes à roulements cylindriques *c' a'*, emboîtés en $a_2\,a_3$.

vite, ainsi que d'en varier le nombre et la portée suivant la longueur des cages. Les butées sont reçues par les billes 15 et 16 et le collet 11, avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rondelle de réglage 23, et le tout, facilement démontable, est parfaitement abrité de la poussière par une garniture 26.

Dans le type pour tramways représenté par la figure 71, la cage à bille 8 enveloppe toute gaine 3 de la fusée, dont la butée est reçue par le plateau à billes libres 18, roulant dans tous les sens sur la plaque cémentée 17. Toute la boîte peut, après l'enlèvement du couvercle 15, se retirer très facilement.

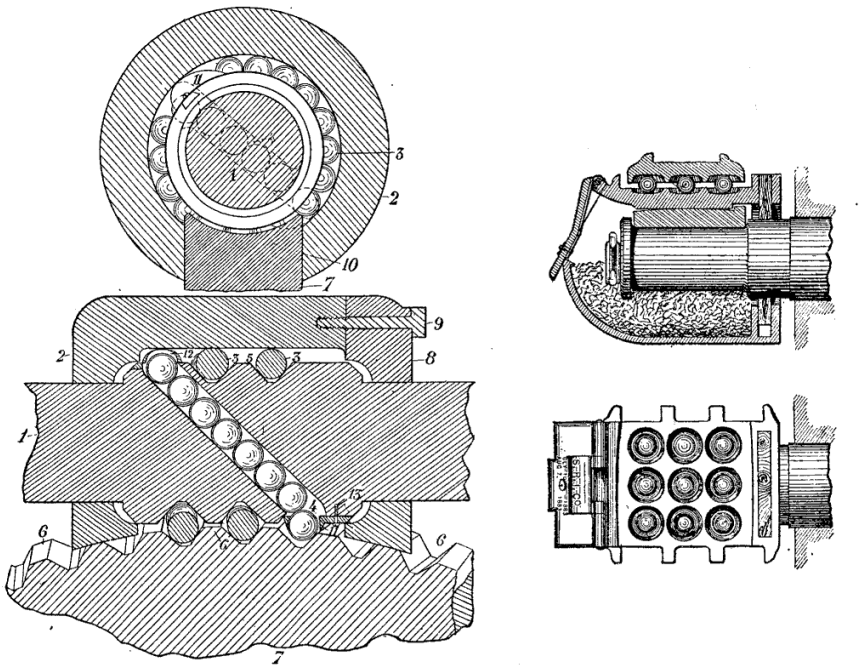


Fig. 87 à 90. — Transmission hélicoïdale à billes *Wellmann*. — Dessus de boite à graisse à billes *Stearn*.

1, arbre moteur, à palier 2, percé d'un canal 4, à guides 11 et 12, par lequel les billes 3 reviennent incessamment à leur point de départ, après avoir poussé en roulant les dents 6 du pignon hélicoïdal 7. 8, couvercle à boulons 9, fermant la boite de la vis. — Fig. 89 et 90. — Billes de 40 millimètres, laissant une grande liberté dans les passages en courbes. Jeu de l'essieu : 13 millimètres.

La figure 12, suffisamment expliquée par sa légende, représente un autre type analogue pour tramways, également pratique et très accessible.

Les boîtes pour essieux de voiture de *Pettit et Congdon* sont aussi (fig. 73 et 74) très bien conçues, et faciles à installer sur un essieu quelconque (1).

Parmi les applications pour ainsi dire innombrables des paliers et roule-

(1) A citer aussi celles de *Kelley* (Brevet anglais 18 658 de 1894).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ments à billes, nous citerons encore les *broches* de *Simonds*, à fusée (fig. 77) ou à cage (fig. 78) avec rampes inclinées 14 (fig. 75) de manière à repasser les

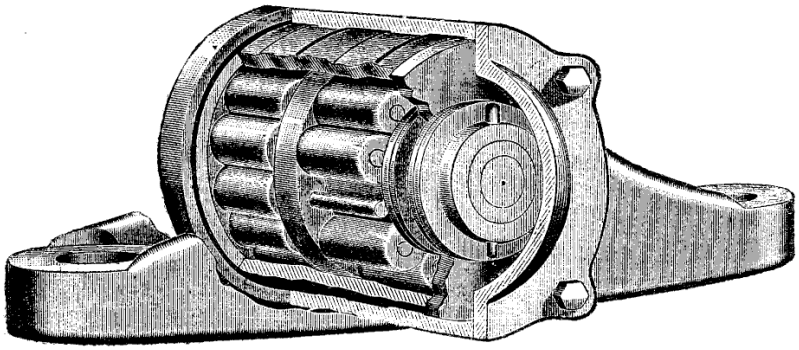


Fig. 91. — Boite à galets *Tripp*.

contacts des billes en hélice uniformément sur toute l'étendue de la portée, les *poulies folles* (fig. 79 et 80), *tourillons* (fig. 81 et 82) *têtes de bielles* de

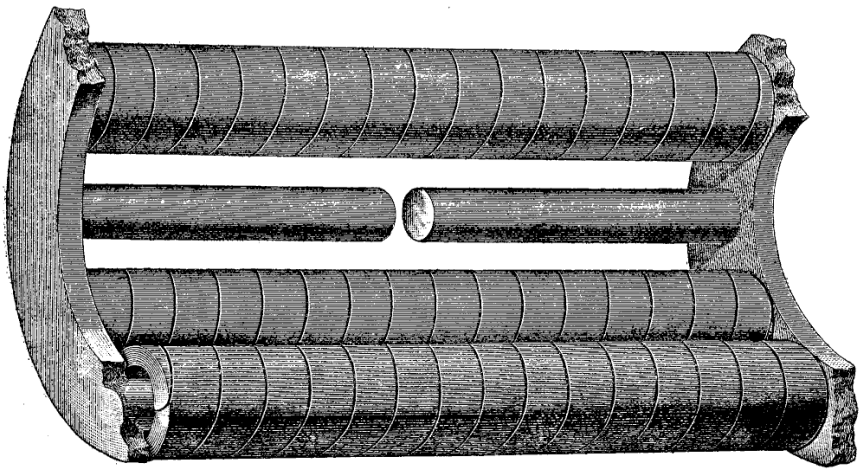


Fig. 92. — Rouleaux *Hyatt*.

Simonds (fig. 83 et 84), les *excentriques* de *Meyer* (fig. 85), les *engrenages hélicoïdaux* de *Weilman* (fig. 87) (1) à circulation de billes comme l'écrou

(1) Équivalent à la vis à galets de Hawkins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lieb (1), les *dessus de boîtes à graisse Stearn* (fig. 89), qui s'expliquent par les légendes de leurs figures.

Nous rappellerons encore la belle application des roulements sur billes et

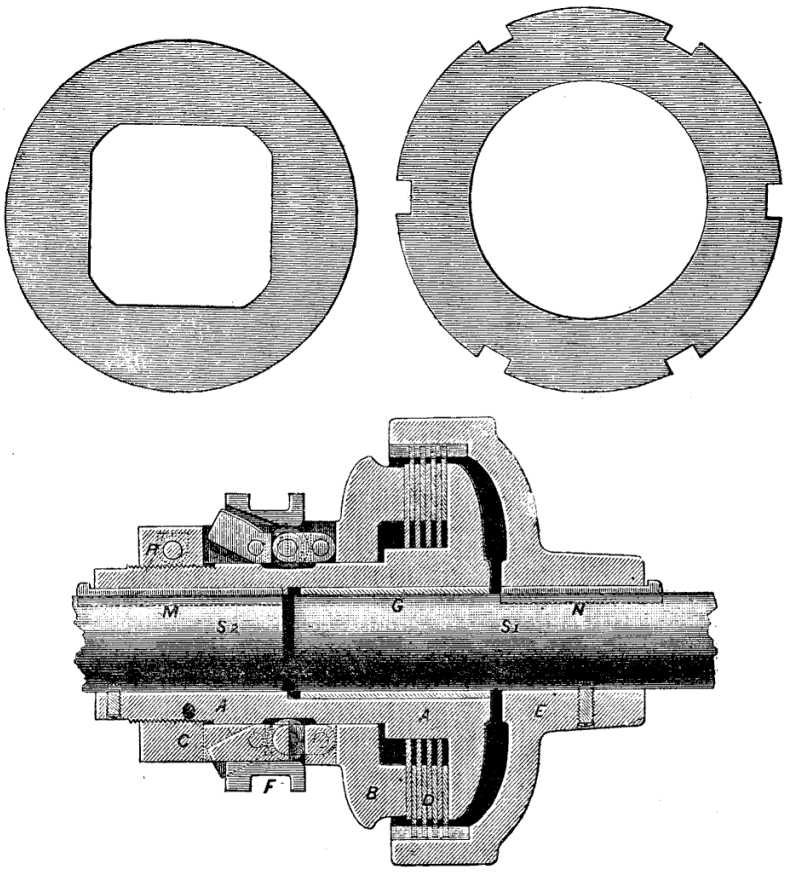


Fig. 93 à 95. — Embrayage axial *Weston* à genoux. Ensemble et détail des rondelles de serrage.

E, manchon calé en N sur l'arbre S, et dentelé de manière à recevoir les rondelles de serrage extérieures (fig. 94).
A, manchon calé en M sur l'arbre J_2, et fou en G sur S_1, avec carrelet recevant les rondelles intérieures (fig. 93) alternant avec les rondelles extérieures, et pourvu d'un collet fileté P C, servant d'articulation et de butée à l'un des bras des genoux manœuvrés par le manchon F.

galets qui a été faite par la maison *Warner et Swasey* dans la construction du grand télescope de Lick. Le tube de ce télescope a 17 mètres de long, et pèse

(1) *Bulletin* de novembre (p. 782). A citer les engrenages à galets de *Jensen* (Reuteaux, le *Constructeur*, 3e éd., p. 581), de *Hawkins* (brevet anglais 3 282 de 1896) et de *Gandy* (*id.*, 336 de 1881).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4 500 kilos; il repose presque au centre sur des roulements de galets et de

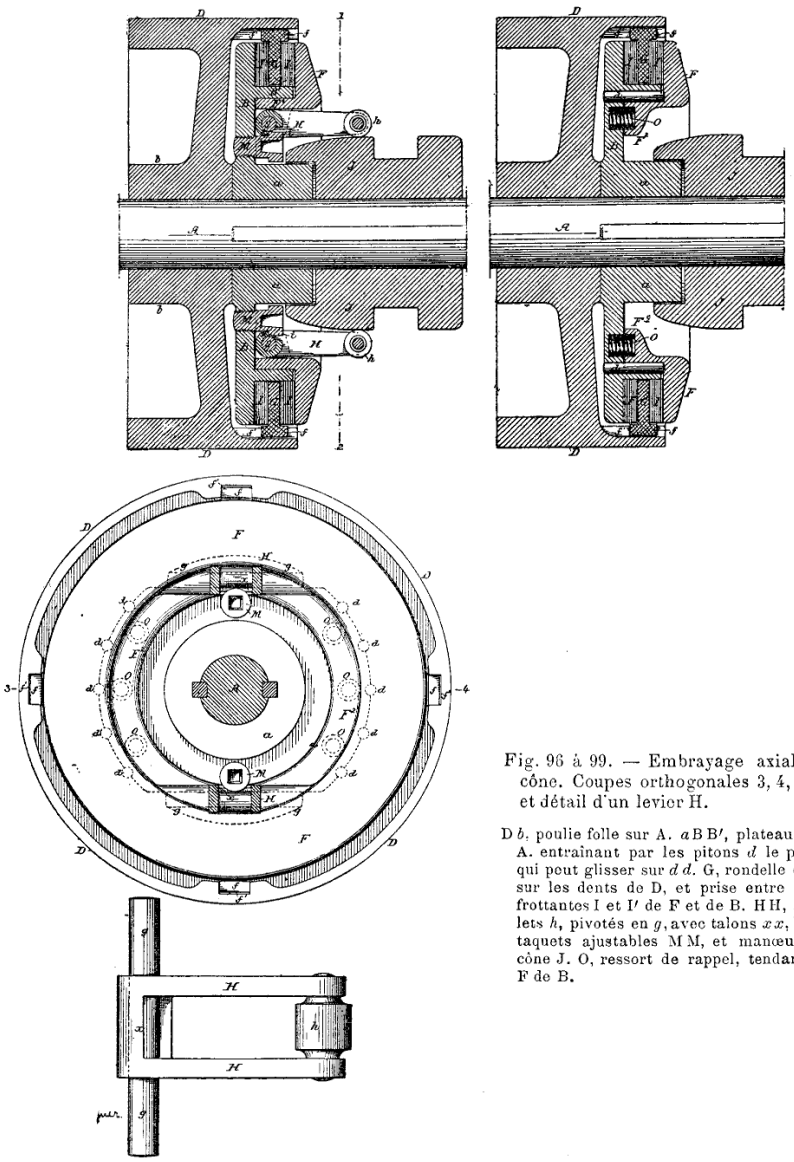


Fig. 96 à 99. — Embrayage axial *Weston* à cône. Coupes orthogonales 3, 4, coupes 1, 2 et détail d'un levier H.

D *b*, poulie folle sur A. *a* B B′, plateau rainuré sur A. entraînant par les pitons *d* le plateau F F1, qui peut glisser sur *d d*. G, rondelle enfilée en *ff* sur les dents de D, et prise entre les surfaces frottantes I et I′ de F et de B. H H, leviers à galets *h*, pivotés en *g*, avec talons *x x*, butés sur les taquets ajustables M M, et manœuvrés par le cône J. O, ressort de rappel, tendant à séparer F de B.

billes extrêmement remarquables (1). Les galets ont 65 millimètres de dia-

(1) Transaction, American Society of Mechanical Engineers, vol L, p. 330, et Engineering, 17 août 1888, p. 156.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

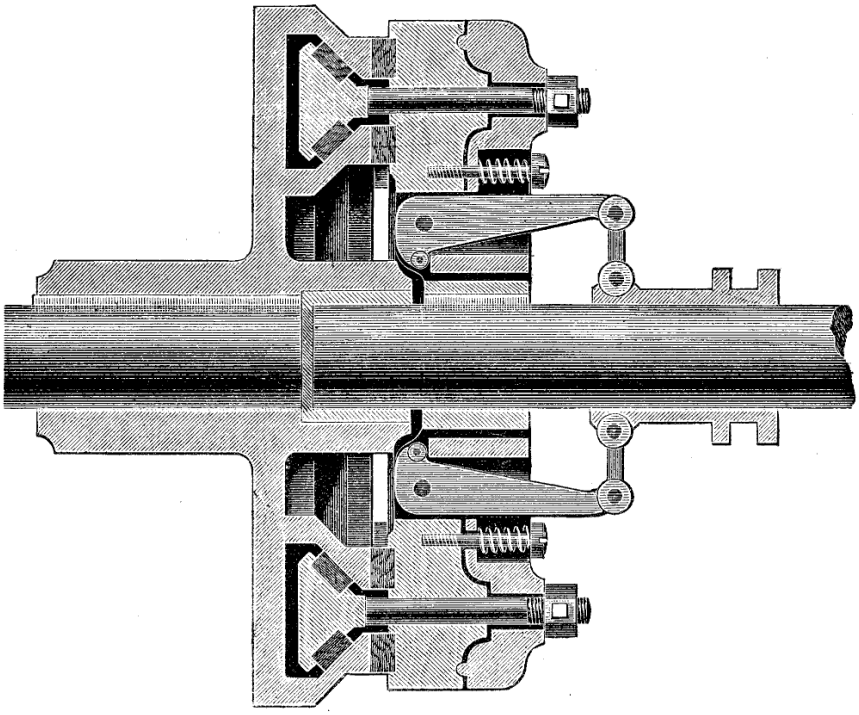


Fig. 100. — Embrayage axial à cônes *Frisbie*.

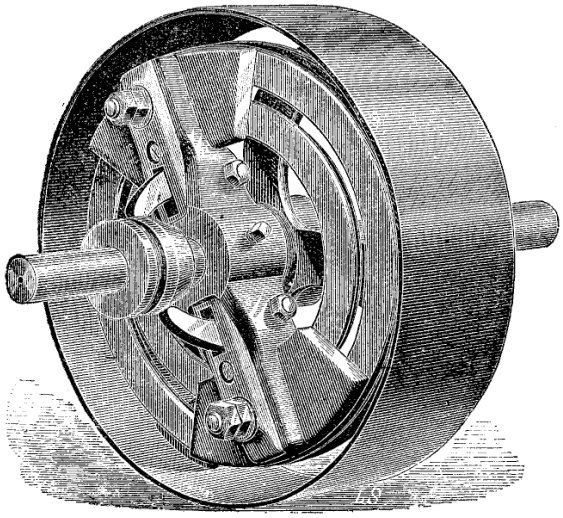


Fig. 101. — Embrayage axial à secteurs *Frisbie*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre, 75 millimètres de long, et leurs fusées roulent sur des petites billes de 6 millimètres de diamètre. Ces frottements extrêmement doux permettent

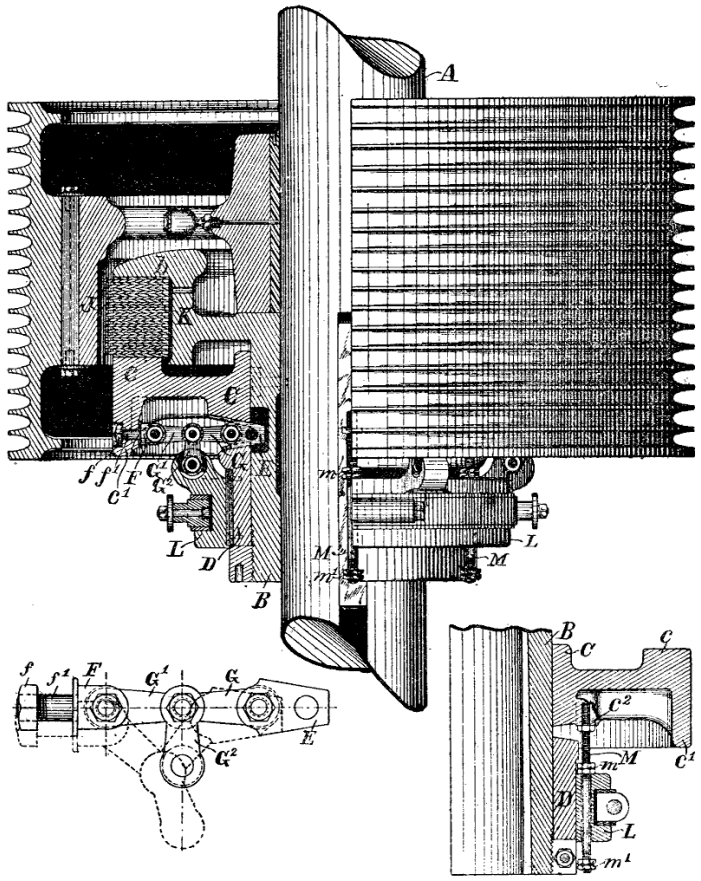


Fig. 102 à 104. — Embrayage axial *Walker* à genoux. Élévation, coupe 1, 1 (fig. 105), détails du genou et du manchon L.

L, manchon rainuré à bague de butée D, fileté sur le collet du manchon B K, calé sur A et fou, ainsi que le plateau C c, sur B. b, rondelles de serrage alternativement en prise avec les dentures J et K de B et du tambour fou sur A.-G_2 G G_2, genoux au nombre de 4, à articulations croisées $g\,g$ sur $g_4\,g_3$ (fig. 106), commandés par L, butés en F f_1 f sur c, avec coins E, passant entre D et E. M, six boulons vissés en c_2, dans C, limitant le serrage par leurs butées m, et achevant le desserrage par la poussée de L sur leurs butées m'.

de faire pivoter le télescope sous un effort très faible : de 450 grammes appliqué à $0^m,90$ du pivot.

Les roulements sur galets sont aussi très répandus aux États-Unis, isolément (fig. 91) ou concurremment avec les billes, mais sans présenter, en géné-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ral, rien de bien particulier. Je citerai néanmoins les galets ou rouleaux de *Hyatt*, constitués (fig. 92) par des rubans d'acier doux, à 0,1 p. 100 de carbone, roulant soit directement sur les portées, soit, pour les grosses charges, entre deux enveloppes d'acier doux, fixées l'une sur l'arbre, et l'autre dans

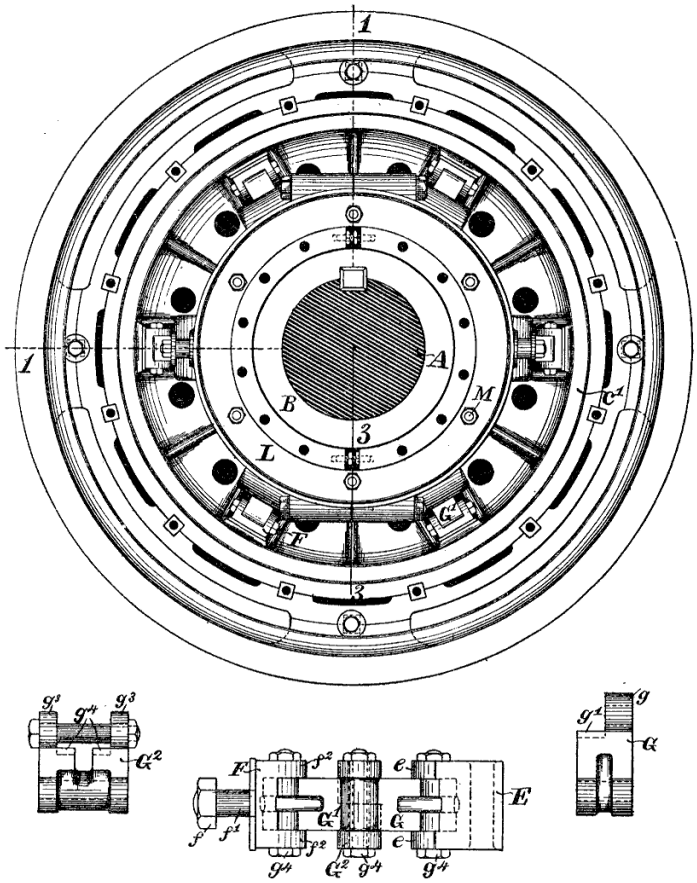


Fig. 105 à 107. — Embrayage axial *Walkes*, vu de face et détail d'un genou.

le palier. L'élasticité de ces rouleaux augmente sans doute leur frottement de roulement, mais elle leur permet de se prêter un peu aux inégalités inévitables de l'usure et aux légères flexions des arbres. Dans un essai fait avec une boîte à graisse de wagons du Pennsylvania Ry, chargée d'un poids de quatre tonnes, il fallait, avec un coussinet ordinaire en bronze phosphoreux, de la force de 135 kilos pour mettre l'essieu en rotation après un repos de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7 minutes, et de $7^{kil},70$ pour entretenir cette rotation, tandis qu'il ne fallait que $3^{kil},60$ pour le démarrage, puis $3^{kil},17$, avec le palier à galets : la résis-

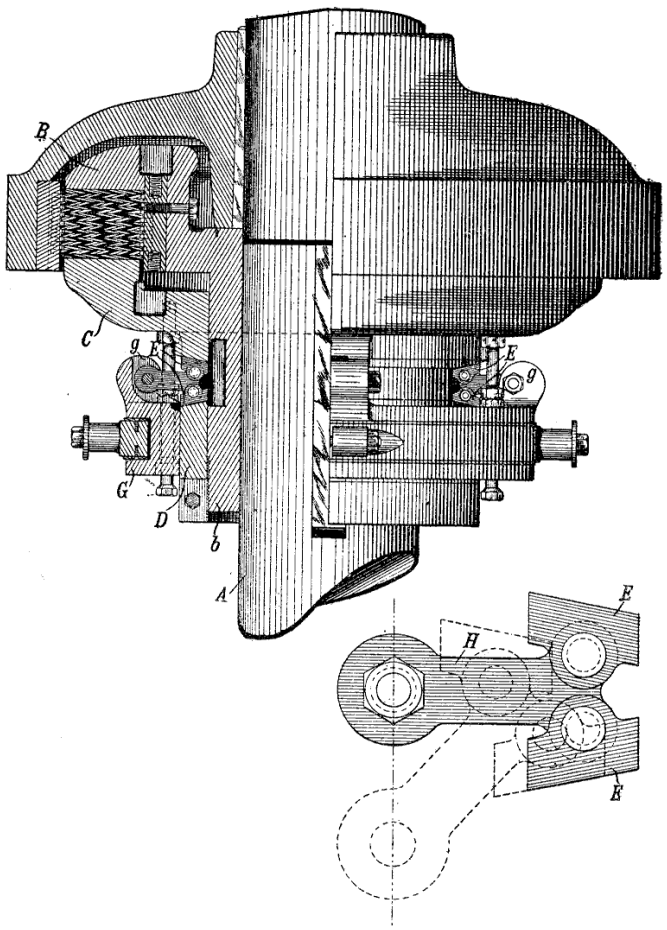


Fig. 108 et 109. — Embrayage axial *Walker* à coins. Ensemble et détail d'un coin.

G, manchon rainuré sur la douille D du plateau C, entraîné lui-même à rainure et languette dans la rotation de A et du manchon calé B. H, quatre leviers à sabots E E, articulés en *g* sur G, et opérant le serrage des rondelles d'embrayage entre C et B, en passant de la position pointillée (fig. 108), à celle en traits pleins.

tance était ainsi près de 18 fois moindre au démarrage, et réduite de moitié au roulement.

Malgré leurs avantages indiscutables et leur fonctionnement réellement pratique dans un grand nombre d'applications, les roulements à billes et à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

galets ne se sont encore que très peu répandus, même aux États-Unis, dans le matériel des chemins de fer, où — l'exemple ci-dessus le prouve — leur adoption rendrait, si elle pouvait être réellement pratique, de grands services en économie de puissance et de graissage. — On a longtemps objecté à cette application l'usure rapide des roulements et surtout l'insécurité provenant de ce que la rupture ou le coincement d'une seule bille ou

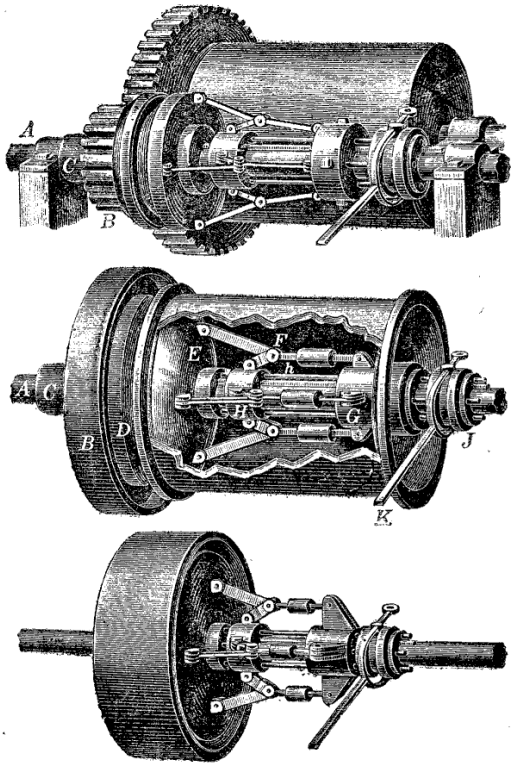


Fig. 110 à 112. — Embrayage *Denton* représenté appliqué (1), à l'extérieur (2), à l'intérieur d'un tambour de treuil (3), à une poulie.

(1) A, arbre moteur. B, pignon fou sur A, appuyé, pressé entre le collet C et le plateau de l'embrayage rainuré sur A.
(2) G, collet, fixé sur l'arbre, H manchon rainuré, relié au manchon également rainuré J du levier K par les tiges *h*, de sorte que, en tirant H à droite, on serre le plateau E sur celui D du tambour B par les genoux F.

d'un seul galet provoquerait le grippage immédiat de la fusée. Il est certain que ces objections ne sont pas sans valeur, et qu'en fait, s'il existe dès maintenant, principalement aux États-Unis, un certain nombre de bons types des boîtes à galets pour tramways (fig. 91), — où le grippage, s'il se produit, n'a pas les mêmes dangers que sur un express, — il ne paraît pas exister de système ayant suffisamment fait ses preuves sur un chemin de fer. Mais cette insécurité tenait en grande partie à la fabrication défectueuse des billes, des galets et des chemins de roulement : aujourd'hui, ces difficultés ont été vain-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

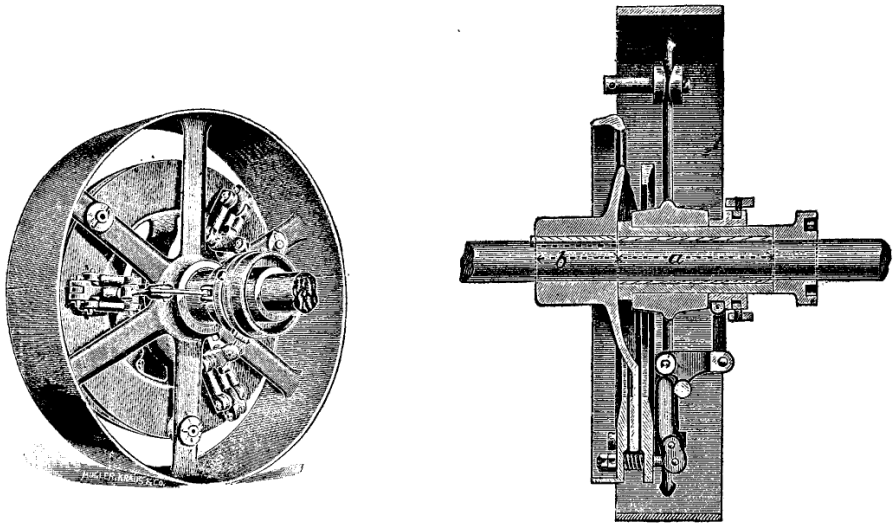


Fig. 113 et 114. — Embrayage axial *Penfield*, vu par bout et coupe diamétrale.

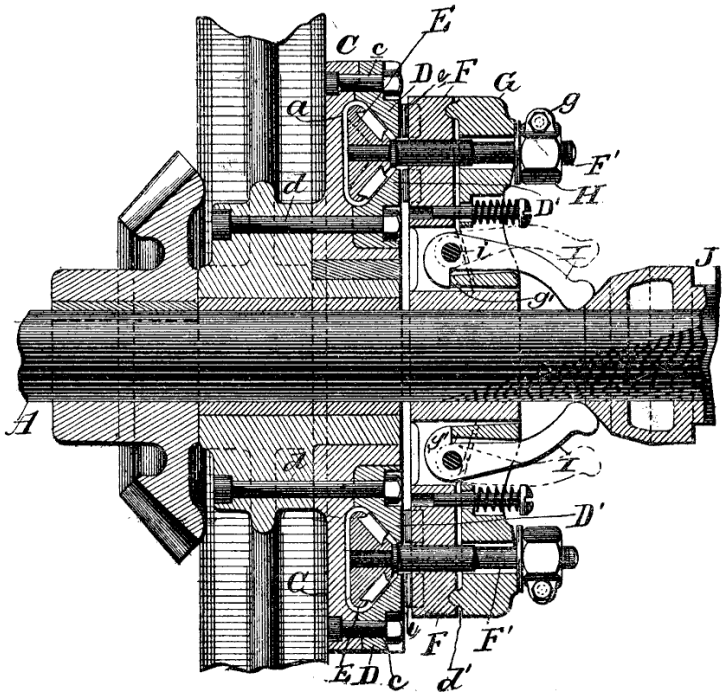


Fig. 115. — Embrayage axial *Morgan*, coupe diamétrale.

A, arbre. *a'* pignon C, solidaire, par les boulons *c* et *d*, du disque D. F, plateau calé sur A, relié au plateau G par les guides D'. I, leviers pivotés en *i* sur F, à talons *g'*, qui, lorsqu'on avance vers la gauche le manchon J, rainuré sur A, pressent, par les boulons G, sur les faces D' de D, l'anneau E, lequel entraîne alors B dans la rotation de A. *g*, boulons de serrage fixant les écrous fendus H.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cues, notamment dans les innombrables applications faites aux vélocipèdes, dans des conditions d'encombrement d'entretien et de fatigue qui semblent *a priori* plus difficiles que celles du matériel roulant d'un chemin de fer. Il semble impossible, qu'en profitant de la grande expérience acquise pendant ces dernières années en cette matière, l'on ne puisse pas arriver, après quelques recherches méthodiques, à résoudre un problème d'un si grand intérêt pour les chemins de fer, et dont la solution, grâce aux progrès de la fabrica-

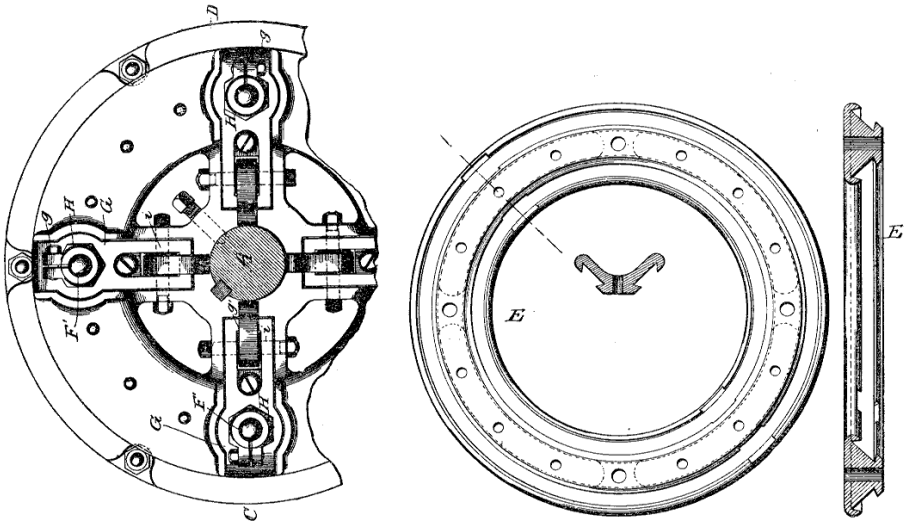


Fig. 116 à 119. — Embrayage *Morgan*, vu par bout et détail de l'anneau E.

tion des billes et à l'expérience acquise en des applications analogues, se trouve actuellement débarrassée des principales difficultés qui ont fait échouer tant d'inventeurs.

LES EMBRAYAGES

Les mécanismes d'embrayages à griffes, à friction, électriques, hydrauliques, etc., sont naturellement très répandus aux États-Unis. Je ne m'occuperai ici que des embrayages à friction proprement dits, en les classant en deux grandes catégories : les embrayages *parallèles* et les embrayages *radiaux*, suivant que leurs organes de serrage se déploient parallèlement ou perpendiculairement à l'arbre ou à la ligne de transmission. Chacun de ces embrayages peut, en outre, se cataloguer dans d'autres variétés, ou se classer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suivant qu'il est, par exemple, réversible ou non, c'est-à-dire, capable ou non

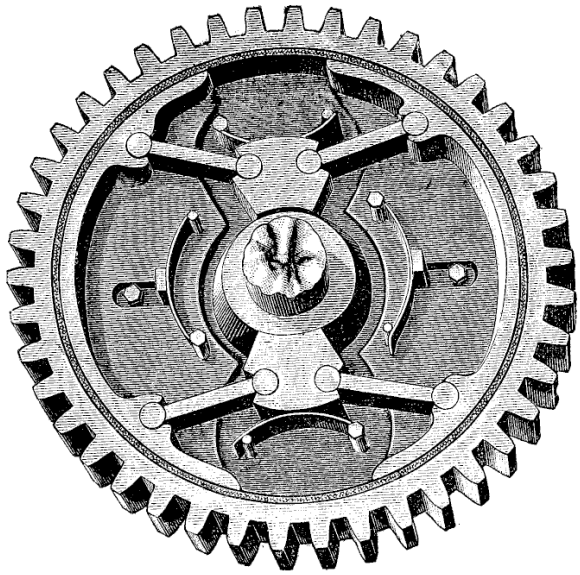


Fig. 120. — Embrayage radial centrifuge *Hooper*.

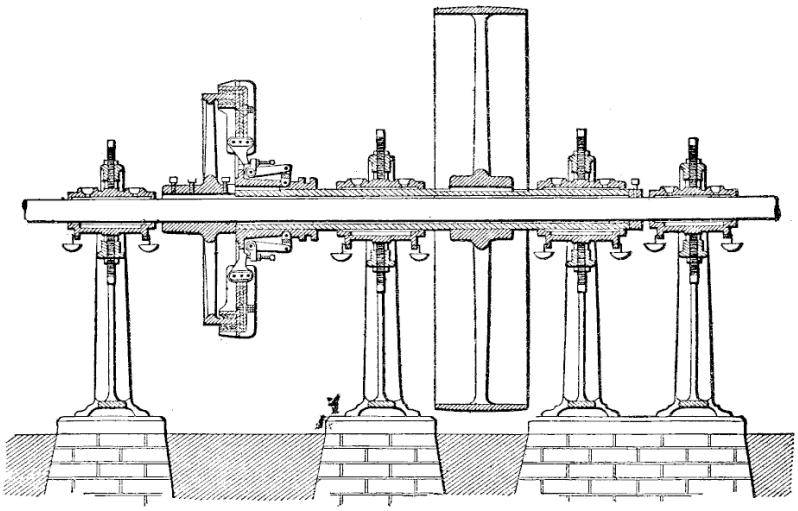


Fig. 121. — Embrayage centrifuge *Pryibil*.

de transmettre le mouvement dans les deux sens; automatique ou non; ou encore, suivant qu'il faut ou non maintenir, pour conserver l'entraîne-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment, la pression de serrage une fois donnée, ou enfin d'après la nature de ses organes de serrage : plateaux, cônes, lames, bandes, spirales, etc.

Parmi les embrayages *parallèles* ou axiaux, l'un des plus répandus est l'embrayage à lames de *Weston*, fondé sur le principe des freins d'artillerie à bandes multiples, et dont la figure 93 représente un type classique.

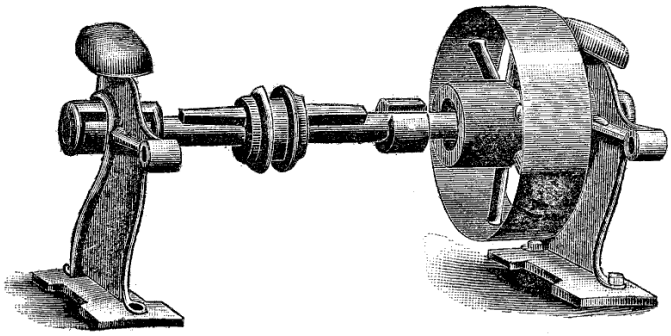


Fig. 122. — Embrayage centrifuge à coin et douille fendue *Jones et Rogers*.

L'arbre moteur S_1 porte, calé en N, une sorte de plateau E, en forme de cloche à bords dentelés, sur lesquels s'enclavent les rondelles lamellaires ou lames extérieures en acier dur (fig. 95), intercallées entre les disques intérieurs

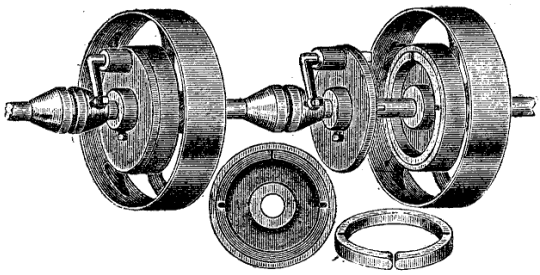


Fig. 123. — Embrayage centrifuge à came et bague fendue *Eddy*.

(fig. 94) également en acier, enfilés sur le manchon A, calé en M sur l'arbre S_2, et passé sur la fourrure en bronze C de S_2. Il en résulte, dans la position figurée, que le collier F, allongeant les genoux, butés sur le collet fixe *c* et sur B, détermine un serrage des lames graduel, très énergique (1) et perma-

(1) Si l'on désigne par S ce serrage, par d_1 et d_2 les diamètres des cercles de contact extrêmes des lames, par *f* le coefficient de frottement des lames, au nombre de *n*, et par T la force tan-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nent, jusqu'à ce que l'on rouvre les genoux en ramenant F vers la gauche.

Dans le type de la figure 96, les lames sont remplacées par des blocs de bois I I, fixés à des plateaux B et F, dont l'un, B, calé en *a* sur l'arbre A, est coulissé sur l'autre par les cales *d;* de sorte qu'il suffit, pour entraîner la poulie D, folle sur A, d'avancer vers la gauche le manchon J, rainuré sur A. Ce manchon, écartant par les galets *h* les leviers H, rapproche, par leurs petits bras *x* et les butées M, F de B, malgré leurs ressorts de rappel O, de

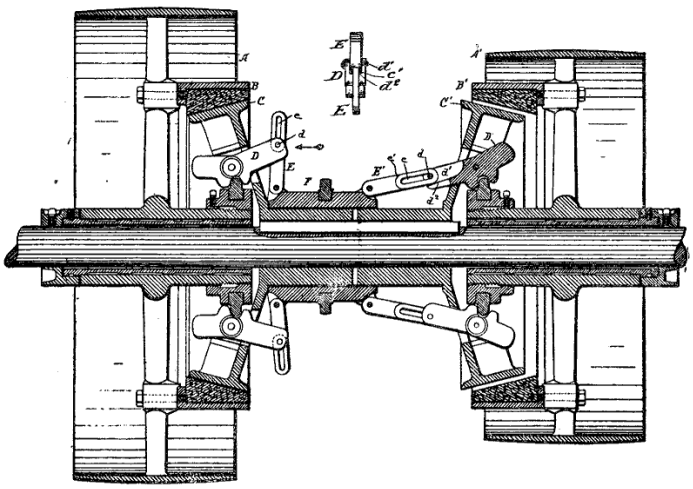


Fig. 124 et 125. — Embrayage coniques *Jones*.

f, manchon coulissé sur la douille des cônes C et *c'*, commandée par les genoux conjugués E *d* D, E' *d'* D', *a'* coulisses *e e'*, assez longues pour assurer une période étendue de débrayage complète entre les embrayages successifs des poulies folles A et A' par leurs cônes B et B'. Si A et A' s'ouvrent en sens contraire, cet embrayage constitue un changement de marche.

manière à serrer I I sur le disque G, enclavé en *f* dans la denture *f'* de D. Les butées M sont filetées en B, de façon à permettre de régler très exactement l'embrayage; en outre, il suffit, après avoir enlevé J, de les dévisser pour séparer F de B, et avoir en main toutes les pièces du mécanisme. C'est un embrayage très robuste, simple, réversible, mais qui exige le maintien de la poussée sur J pendant toute la durée de son serrage.

L'embrayage de *Frisbie,* représenté par la figure 100, est aussi remarquable par sa simplicité et la facilité de sa manœuvre; il est l'un des plus

gentielle d'entraînement applicable sans glissement à l'extrémité du petit diamètre d_1, on a approximativement : $T = 0{,}5\, n, f, S\left(1 + \frac{d_2}{p_1}\right)$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fréquemment employés sur les treuils, ascenseurs, etc. Sur la figure 100, cet embrayage est représenté serré par la traction de ses boulons, qui appuient les surfaces de ses contacts cylindriques et coniques. Le desserrage se fait

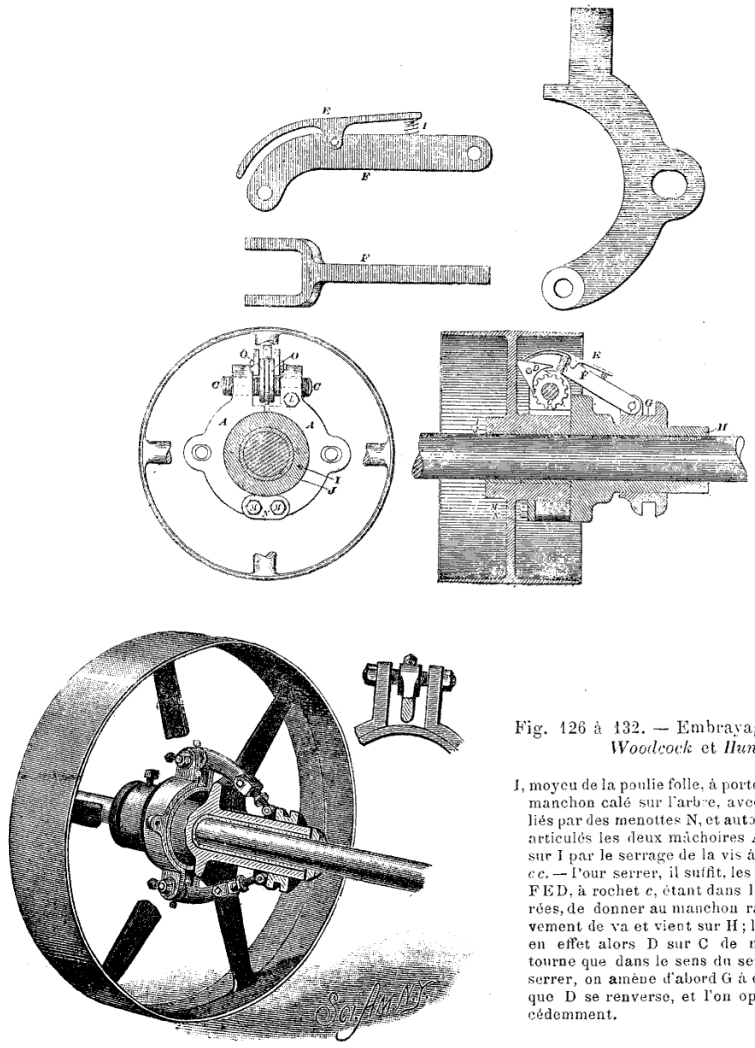


Fig. 126 à 132. — Embrayages centripètes *Woodcock* et *Hunter*.

I, moyeu de la poulie folle, à portée en bronze J. H, manchon calé sur l'arbre, avec axes M, M, reliés par des menottes N, et autour desquels sont articulés les deux mâchoires A A, rapprochées sur I par le serrage de la vis à filets contraires *c c*. — Pour serrer, il suffit, les pièces du cliquet F E D, à rochet *c*, étant dans les positions figurées, de donner au manchon rainuré G un mouvement de va et vient sur H ; le doigt E appuie en effet alors D sur C de manière qu'il ne tourne que dans le sens du serrage. Pour desserrer, on amène d'abord G à droite assez pour que D se renverse, et l'on opère comme précédemment.

en repoussant le manchon de l'embrayage à droite, concurremment avec les ressorts de rappel.

Dans la variante pour poulies, représentée par la figure 101, les menottes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la figure 100 sont remplacées par un cône, qui doit pouvoir commencer le serrage après un mouvement de 13 millimètres. Dans les deux cas, les écrous des boulons de serrage permettent d'en régler l'action avec une grande précision.

L'embrayage de *Walker* est (fig. 102 à 106) l'un des plus pratiques et des

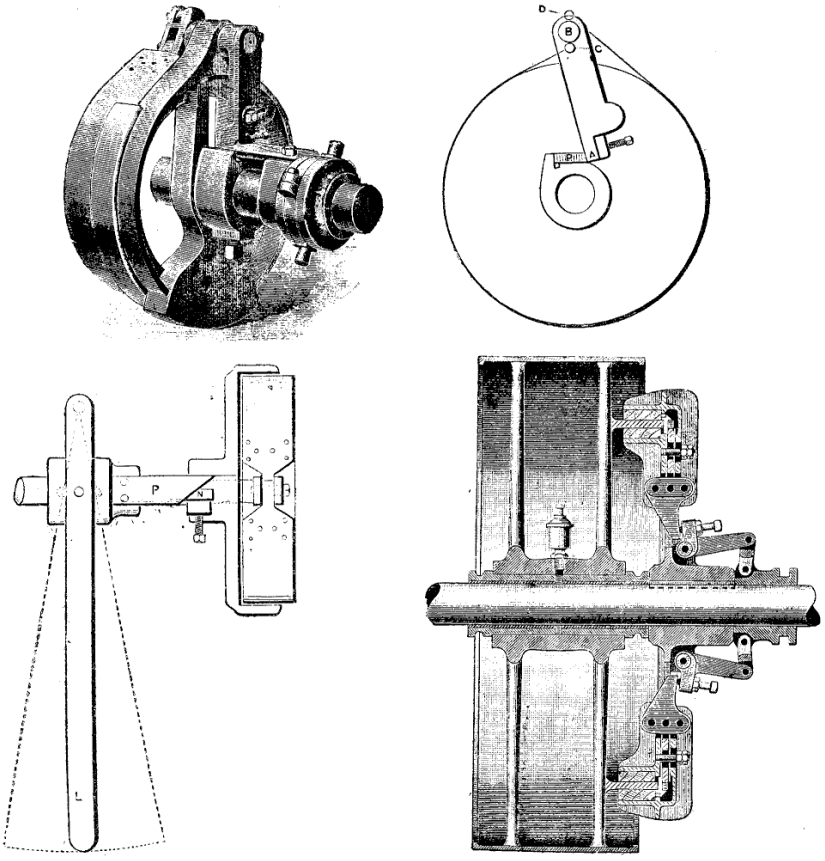


Fig. 133 à 138. — Embrayage à frein différentiel *Oesterlin*. Ensemble. Vue de face et de côté. Embrayage mixte *Hill*.

P. broche en coin repoussant, en N, le levier A B, entraîné par l'arbre, et articulé en C et D à la bande du frein.

mieux étudiés. L'organe de serrage, extrêmement puissant, est un genou G, F, G_1 (fig. 101), dont le coin E s'enfonce ou se retire d'entre le collet D, buté sur E, et le plateau C, rainuré sur E, et solidaire de la poulie folle sur A, de manière à rapprocher ou à éloigner ce plateau C de celui *b* de E, à entraî-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ner ou non la poulie par le serrage des rondelles alternativement en prise avec les dentures intérieures K et J de C et de la poulie. Le serrage est limité

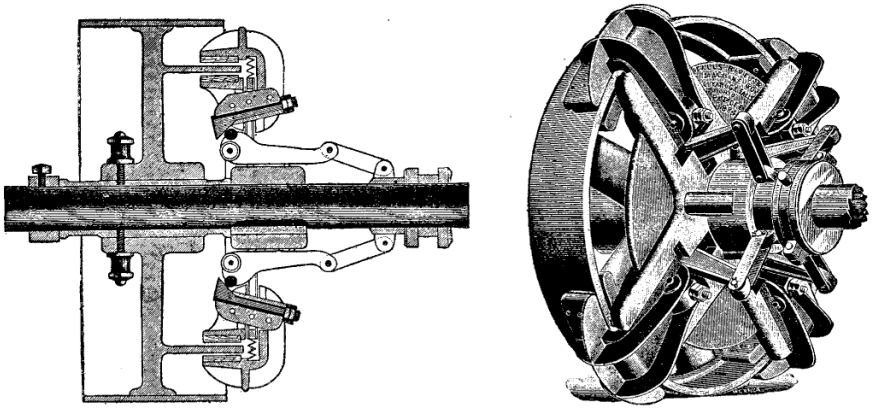


Fig. 139 et 140. — Embrayage mixte *Rivett*.

par la butée *m*, et le desserrage, commencé par la rupture du genou, s'achève au moyen de l'entraînement de C par la butée *m'*.

En figure 108 et 109, les genoux sont remplacés par des leviers H, à

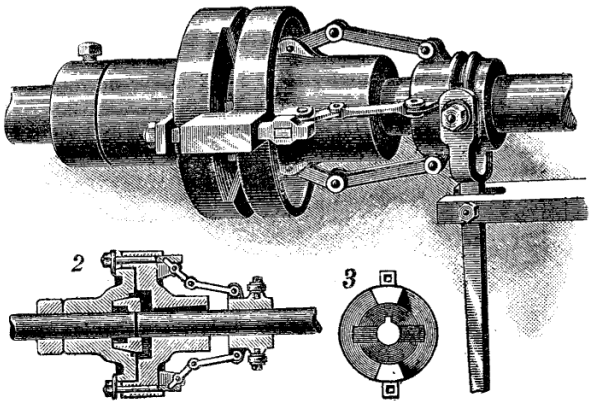


Fig. 141 à 143. — Embrayage mixte *Mackie*.

sabots EE, pivotés de manière que, pour un faible déplacement de ces leviers, les plateaux F et B s'écartent ou se rapprochent suffisamment pour assurer un serrage très rapide. Le desserrage est rendu très facile par le dérobement des sabots indiqué en pointillés. Cet embrayage reste serré définitivement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dès que H dépasse, en avançant vers B, la position perpendiculaire à l'axe de l'arbre A ; moins puissante que celle du type précédent, son action est, en revanche, beaucoup plus rapide, et s'applique fort avantageusement aux manœuvres fréquentes, et de résistance relativement faible.

L'embrayage de *Denton*, représenté par les figures 110 à 112, en diffé-

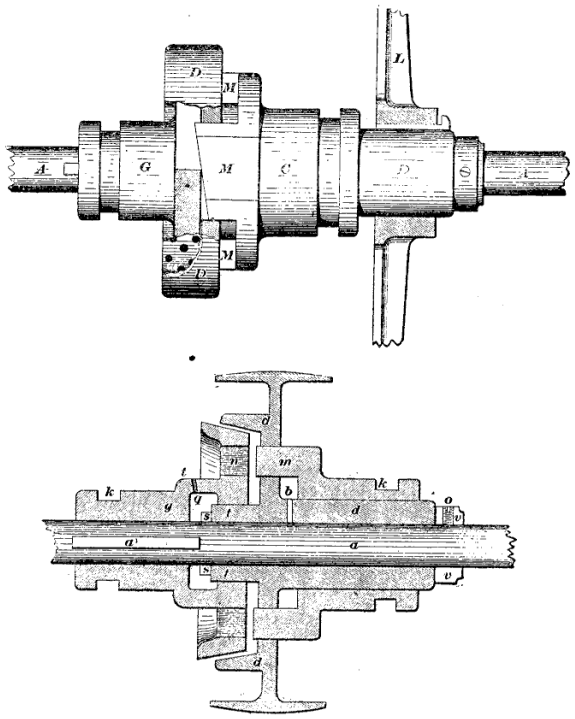


Fig. 144 et 145. — Embrayage mixte *Wilkinson*.

G g, manchon ramené en *a'*, sur *a*. C manchon à griffes M*m*, rainuré sur la moyeu *d* de la poulie folle de D, pris entre les collets *o v* et *s*. On commence par entraîner D par le serrage de *g* en *d*, puis on amène les griffes *m* à affleurer le plateau de G, on relâche un peu G, de manière que ses ouvertures *n n* viennent en face de *m*, et l'on y enfonce *m* M. En fig. 144, c'est la partie D de la poulie qui constitue le cône *d* (fig. 145).

rentes applications, se distingue aussi par la simplicité et l'élégance de sa construction. Celui de *Penfield* agit (fig. 113 et 114) en serrant sur le plateau *b* deux rondelles de grands diamètres, à garnitures d'ébonite, entraînées par les bras de la poulie.

L'embrayage de *Morgan*, analogue à celui de Lude, est fréquemment aussi employé sur les appareils de levage. Les secteurs de Frisbie sont remplacés (fig. 115 à 119) par un anneau E, que commandent les leviers I, I,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et qui se meut entre le plateau C, fixé à la roue B, et l'anneau D, fixé à C.

Les embrayages *radiaux* peuvent se diviser en trois classes : les *centrifuges*, les *centripètes* et les *mixtes*, à la fois centrifuges et centripètes.

L'embrayage *Hooper* est (fig. 120) l'un des plus remarquables parmi les

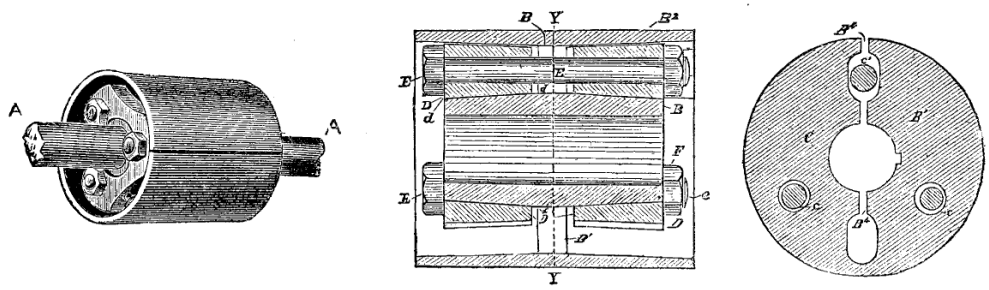


Fig. 146 à 148. — Accouplement *Gee*.

B_2 B, deux manchons concentriques, réunis en une seule pièce par le diaphragme B', calés sur l'arbre, et fendus presque entièrement en B_4, avec logements *c c c*, pour le passage des boulons E : pour serrer le manchon, on rapproche par ces boulons les coins annulaires D D. Cet accouplement peut, comme ceux de *Sellers* et de *Cresson*, réunir des bouts d'arbre de diamètres un peu différents, ou même légèrement désaxés.

types centrifuges; il a pour organes de serrage des genoux à rappel de ressort, agissant sur des sabots avec interposition d'une jante intérieure en caoutchouc.

La figure 121 représente l'application d'un embrayage centrifuge à une

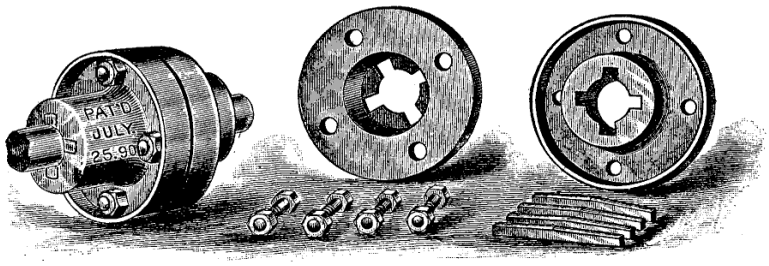


Fig. 149 à 151. — Accouplement *Nicholson*.

Le serrage des deux manchons comprime sur l'arbre les coins coniques, à courbure intérieure d'un rayon plus petit que celui des arbres, de manière à les entraîner sans raies de cale.

disposition fréquemment usitée aux États-Unis, et qui consiste à faire porter les poulies non par l'arbre, mais par un tube enfilé sur l'arbre, tournant dans des paliers distincts, et commandant l'arbre par un embrayage :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on évite ainsi l'usure de l'arbre par le frottement des poulies folles.

Une forme très simple et parfaitement convenable pour les petits embrayages de poulies consiste dans l'emploi d'une douille (fig. 122) ou d'une

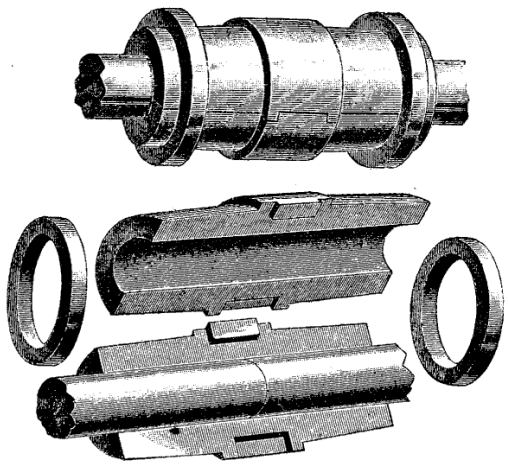


Fig. 152 à 156. — Accouplement *Cordesman* constitué par deux manchons demi-cylindrique, serrés par des bagues forcées.

bague (fig. 123) fendues, dilatées dans le moyeu de la poulie par l'introduction, dans leur fente, d'un coin sur manchon rainuré ou d'une came tournée par ce manchon.

L'embrayage à coins C' de *S. Jones*, remarquable par sa simplicité, peut

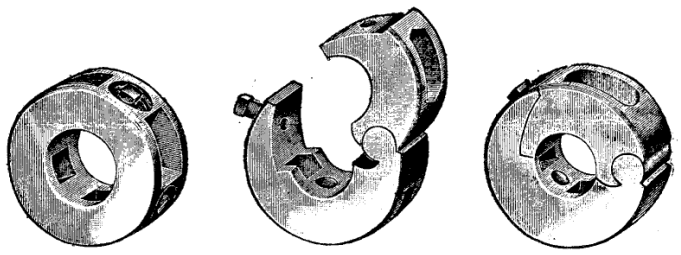


Fig. 157 à 159. — Collets de la *Governor. Machine C°* en une ou deux pièces faciles à enlever.

être considéré (fig. 118, 124 et 125) comme intermédiaire entre les embrayages axiaux et rayonnants, ou comme établissant la transition d'un type à l'autre.

Quand on pousse le manchon F vers la droite p de la figure 124, l'ex-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trémité de la coulisse *e* du levier E vient immédiatement, par l'appui de son épaulement *d* sur celui *d'* de D, abaisser ce levier, comme en D', de

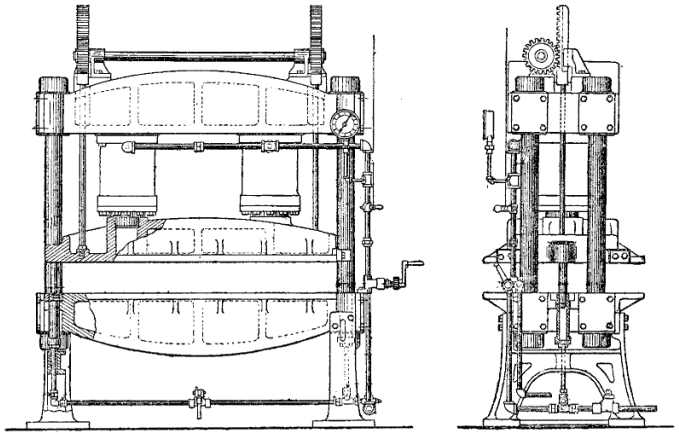


Fig. 160 et 161. — Presse pour courroie de *Watson et Stillman*.

Le plateau inférieur est garni d'une plaque de caoutchouc de 25 millimètres d'épaisseur, sur laquelle on place la courroie. Le plateau supérieur a 150 millimètres de course, et peut exercer des pressions de 21 kilos par centimètre carré sur des courroies ayant jusqu'à 1m,80 de large, il est relevé par deux petits cylindres de rappel hydrauliques Une conjugaison par crémaillère assure la levée parallèle et concordante des deux bouts du plateau.

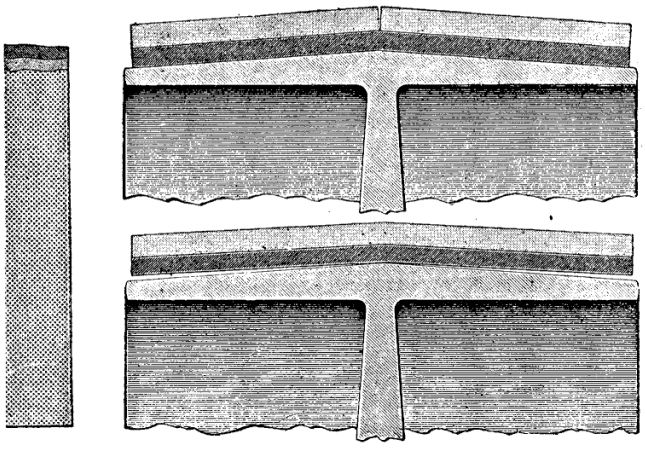
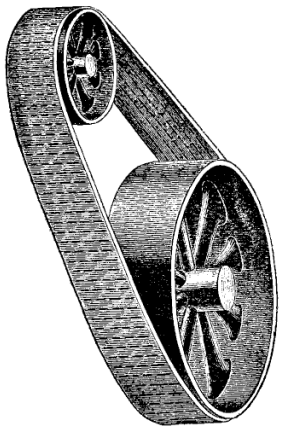


Fig. 162 et 163. — Courroie Eureka de la *Page Belting C°*.

Fendue au milieu (fig. 162) de manière à ne pas bailler sur les bords comme en fig 163. Composée d'une bande de cuir sur laquelle on colle deux bandes de coton cimentées, gommées et étirées, puis revêtues d'une dissolution de caoutchouc constituant un enduit imperméable.

manière à permettre au cône C de desserrer B; puis E' relève ensuite, par *e' d*, le levier D', de manière à enclancher C' dans sa position de serrage sur B'.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



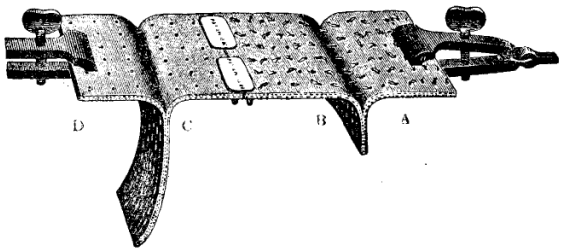


Fig. 164 et 165. — Courroies en caoutchouc à couture continue longitudinale et transversale de la *Boston Woven Rubber C°*.

La figure 165 indique, à gauche, en C D, la rupture normale des fils de la couture continue, en opposition de l'arrachement A B de la couture ordinaire.

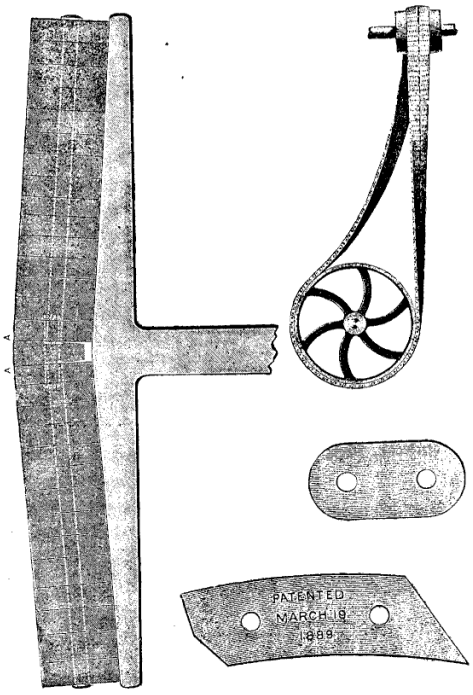


Fig. 166 à 170. — Courroies articulées *Page*

Coupe transversale montrant l'un des voussoirs centraux A A. Application à un renvoi à 90°. Détail d'une maille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme type d'embrayages *centripètes*, je citerai ceux de *Hunter* (fig. 126), et de *Woodcook* (fig. 127), dans lesquels la poulie, folle sur une longue douille de l'arbre, l'entraîne par un manchon calé sur l'arbre, que l'on voit à gauche de la figure 126, et qui est serré entre deux machoires boulonnées à coulisse sur les bras de la poulie. Ce serrage s'opère au moyen de vis de

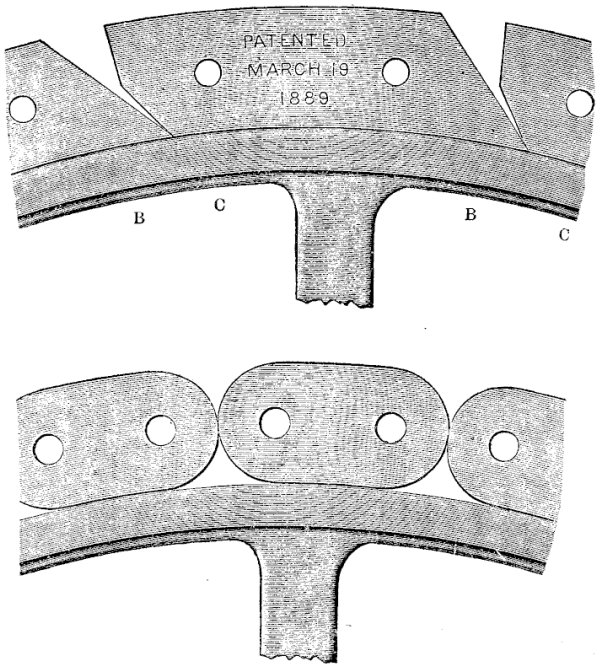


Fig. 171 et 172. — Courroie articulée *Page*.

Cette figure indique comment les maillons en voussoir (fig. 170) s'appliquent sur toute l'étendue BC de la jante, sans vides comme dans le cas des maillons ordinaires (fig. 169 et 172).

tendeurs tournées dans le sens voulu par des leviers articulés ou par un cliquet reversible.

On peut encore ranger parmi les embrayages centripètes les appareils à bandes ou freins différentiels, dont l'un des plus ingénieux est (fig. 128), celui d'*Œsterlin*. L'arbre entraîne autour de la poulie une bande de frein par l'axe B du levier A, qu'il suffit de repousser par la broche C pour serrer la bande sur la poulie, et l'entraîner avec une grande puissance.

C'est encore aux embrayages à bandes que se rattachent la plupart des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

types à spirales ou *logarithmiques*, encore peu répandus en Amérique, mais déjà nombreux chez nous (1).

Comme exemple d'embrayage du type mixte, je citerai ceux de *Hill* et

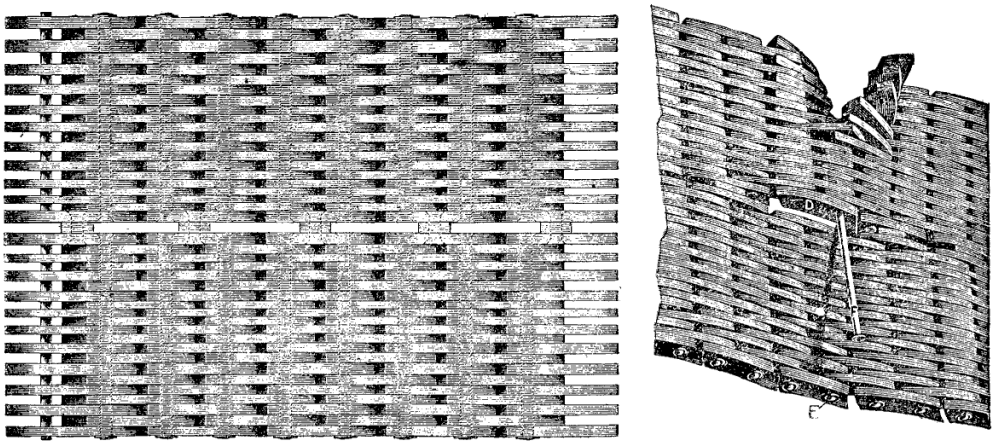


Fig. 173 et 174. — Plan d'une courroie articulée *Page*. — Assemblage des deux extrémités d'une courroie articulée *Page*.

Au joint D, le voussoir central (fig. 174) est enlevé; l'assemblage se fait en enfilant, puis rivant de chaque côté les broches E F.

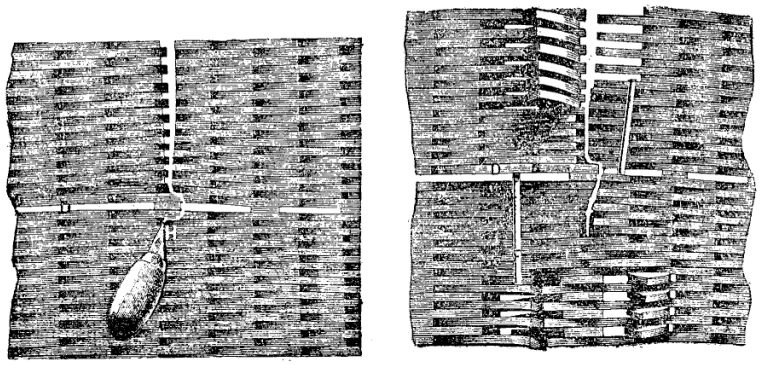


Fig. 175 et 176. — Démontage d'une courroie *Page*.

Au joint D (fig. 174) couper les mailles jusqu'en V H, ce qui permet, comme en figure 176, de retirer facilement les aiguilles F, puis de raccourcir la courroie en enlevant des rangées de maillons.

(1) *Gambaro*, Scientif. American. Supp., 10 nov. 1888, p. 10718; *Rider* (brevet anglais 564 de 1876). Shaw (*id.* 6814 et 15871 de 1887, et The Engineer, 18 avril 1890. p. 322); *Branchet* (*Bulletin* d'avril 1890, p. 565), et le type américain de *Cranston* (American Machinist., 5 nov. 1887, p. 5)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de *Rivett*, dont le fonctionnement se comprend à l'examen seul des figures 138 et 139, et qui présentent l'avantage d'achever de se desserrer auto-

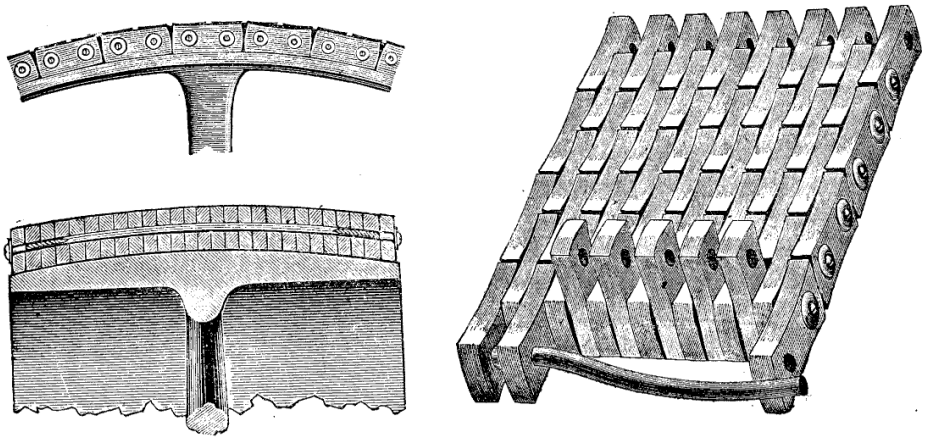


Fig. 177 à 179. — Courroies articulées *Jhuitz* à aiguilles flexibles.

matiquement, dès le rappel de leur levier, par l'action prépondérante de la force centrifuge sur leurs mâchoires extérieures. Enfin, dans certains cas,

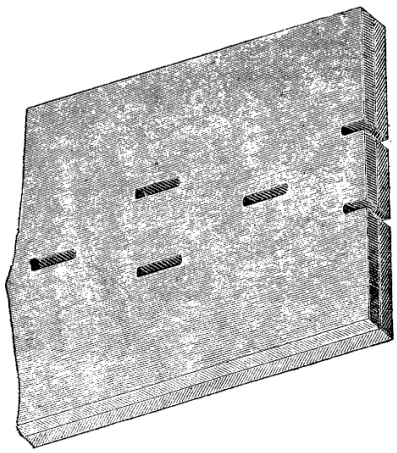


Fig. 180. — Courroie perforée *Page*.

l'entraînement commencé par friction se termine par un embrayement rigoureusement desmodromique à griffes, par exemple, comme dans les types de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Wilkcenson et de *Mackie*, dont le fonctionnement est suffisamment expliqué par la légende des figures 141 et 144.

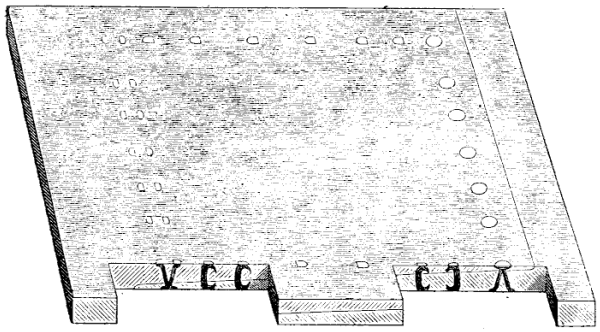


Fig. 181. — Attache *Page*.

Au moyen de rivets spéciaux en acier, peu apparents à la surface.

Comme annexes des embrayages, nous ne ferons que rappeler l'emploi presque universel aux États-Unis des *accouplements* à coquilles coniques,

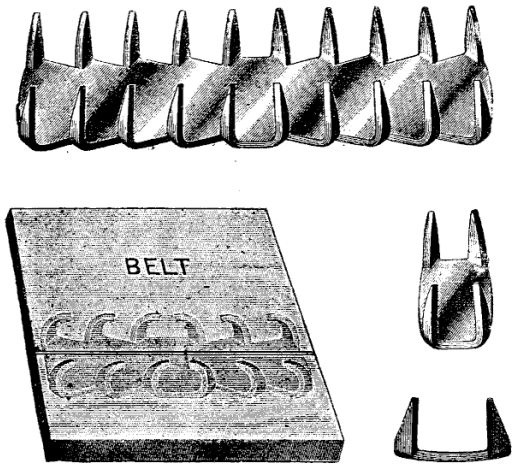


Fig. 182 à 185. — Attaches en acier *Talcott* ne perçant pas la courroie.

plus ou moins dérivés de ceux de *Sellers* (fig. 146 à 156) et celui des colliers amovibles (fig. 157 à 159) d'un usage également très commode.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

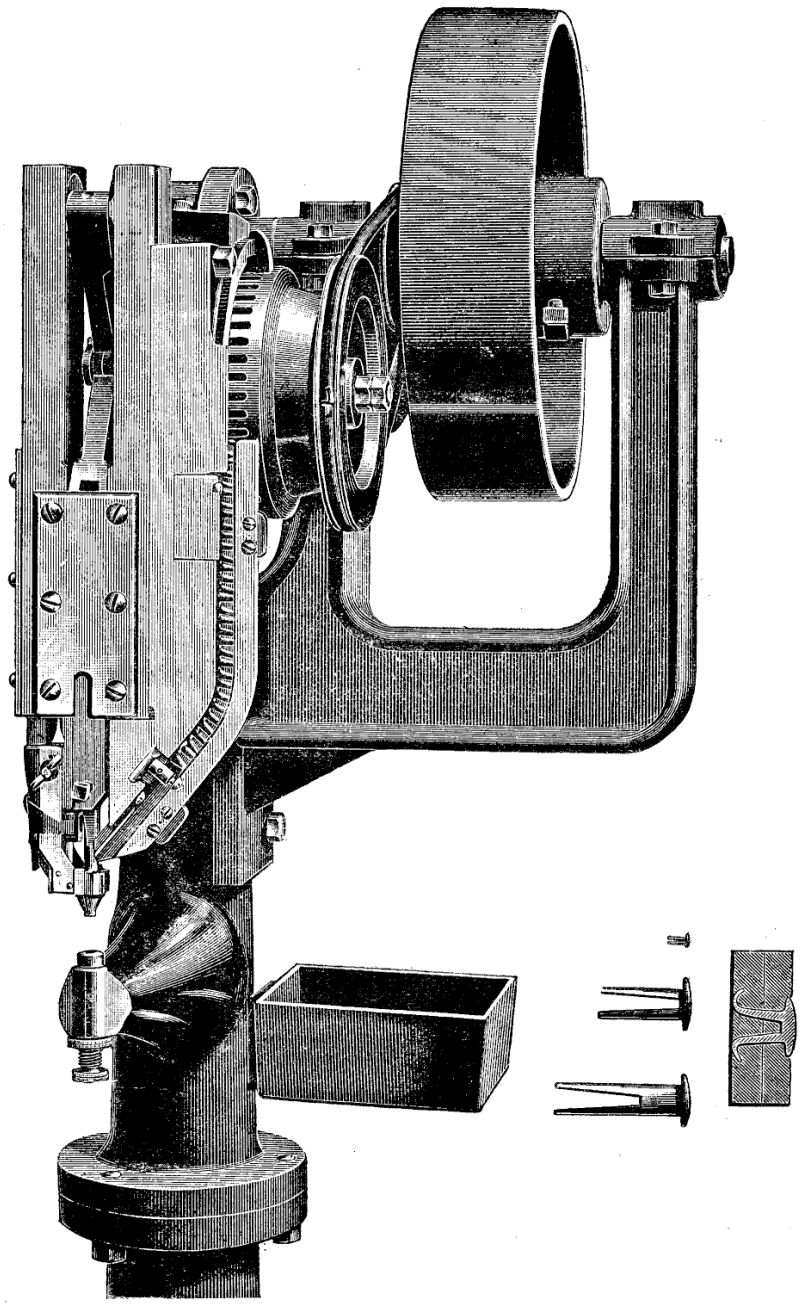


Fig. 186 à 189. — Machines à poser les rivets de la *Thomson Manufacturing C°* Waltham.

Les rivets, placés dans un magasin tournant, tombent dans une rigole, qui les amène à un poinçon, lequel les enfonce dans le cuir sur une enclume disposée de manière à en retourner les pointes comme en fig. 187, vitesse 110 tours par minute (*Engineering*, 27 nov. 1891.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES COURROIES

Aux États-Unis, comme presque partout, la matière de beaucoup la plus employée pour les courroies est le cuir, dont l'effet spécifique est, en moyenne, supérieur à celui des courroies en coton et en caoutchouc (1), et



Fig. 190. — Attache *Bristol.*

dont la résistance atteint, d'après les essais de la *Page Belting C°*, jusqu'à 7 kilos par millimètre carré de section effective. Ces courroies atteignent parfois des dimensions gigantesques : c'est ainsi que la Page Belting C° avait exposé à Chicago une courroie de $2^m,55$ de large sur 61 mètres de long, pesant 2 350 kilos, ayant exigé pour sa fabrication 570 peaux de bœuf, et

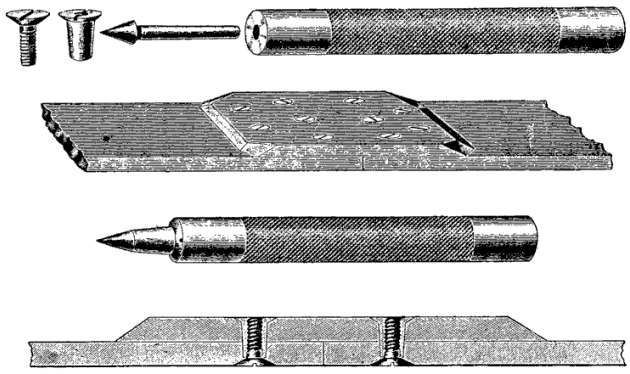


Fig. 191 à 199. — Attache par vis et couvre four *Billings et Spencer.*
Vis et œuillet en acier, poinçon séparé et posant l'œuillet. Attache solide et très souple.

pouvant transmettre 8 000 chevaux. Les deux courroies triples superposées (2) de la grande machine Allis avaient respectivement $1^m,80$ et $1^m,77$ de large, sur 56 mètres et 150 mètres de long, et transmettaient à elles deux plus de 2 000 chevaux, à la vitesse de 28 à 30 mètres par seconde. La fabri-

(1) *Renleaux*, le Constructeur, 3e éd., p. 774.

(2) Disposition que l'on retrouve dans quelques filatures du nord de la France (*Génie civil*, 15 déc. 1888, p. 110).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cation de ces courroies exige un outillage tout à fait spécial : tels que des presses à coller, exerçant des pressions allant jusqu'à 200 et 280 tonnes

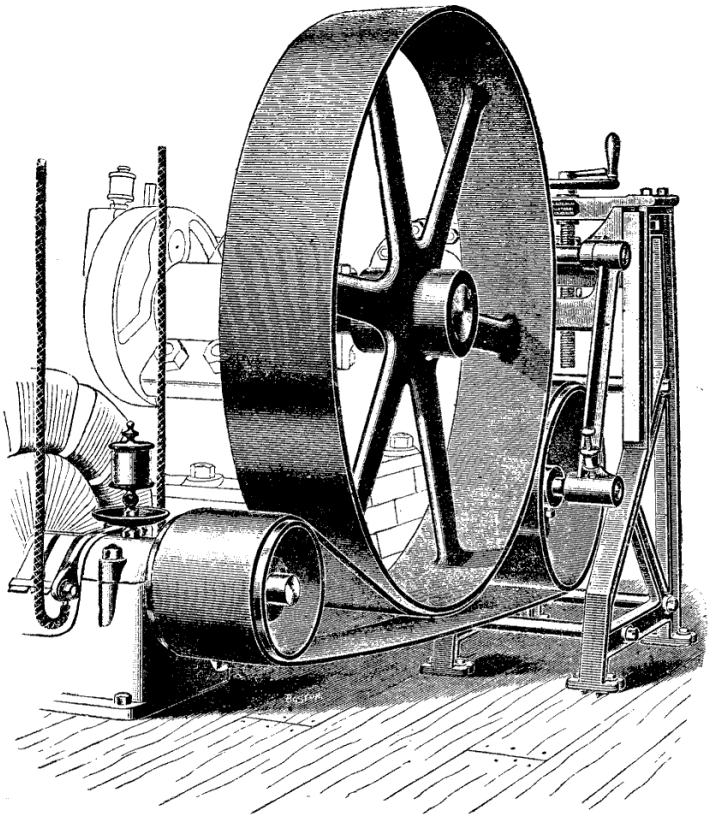


Fig. 200. — Transmission *Ide* par volant tendeur.

(compagnies *Schieren* et *Page*) et des machines à tendre extrêmement puissantes (1).

(1) A consulter, sur les transmissions par courroies en Amérique : *Cooper*, « Use of Belting ». (1 vol. J. Wiley, New-York, 1877); les *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers* (vol. II, pp. 91 et 224; VII, p. 347 et suiv. VIII, pp. 529, 537 et 765; expériences de Sellers-Lewis, Weber, Nayle, Holman, Laura, Towne...); *Journal of the Franklin Institute* (novembre 1874, p. 308; mai 1879, p. 309; juin 1880, p. 414; octobre 1880, p. 265; sept. 1885, p. 189). *Engineering News* (6 déc. 1879, p. 395). *American Engineer*, 12 avril 1890, p. 150). *Age of Steel*. (10 et 17 mars 1888). *American Machinist*. (12 août 1882, p. 2, 14 juillet 1888; p. 4, 18 et 25 janvier 1894.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A côté de ces courroies en cuir, il faut citer: celles en coton et cuir de la *Underwood Manufacturing C°*, composées d'une bande de coton tendu par

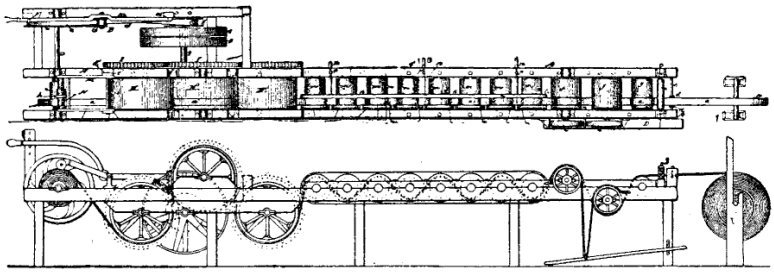


Fig. 201. — Machine à tendre et à assouplir les courroies de la *Page Belting C°*.

La courroie est tendue, dressée et assouplie par son passage sur une série de rouleaux plieurs et tendeurs d'un dévidoir à l'autre.

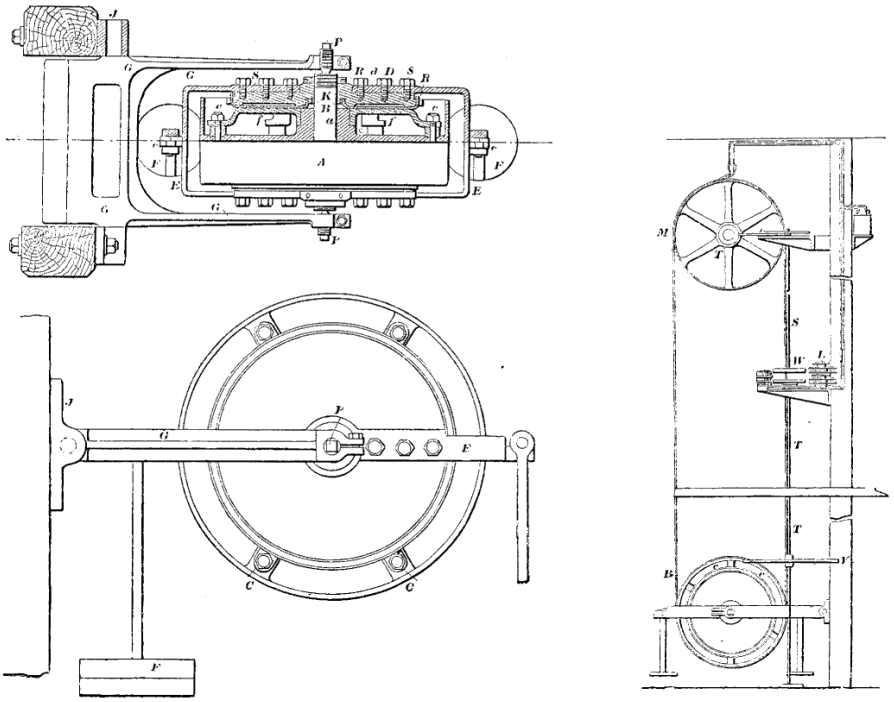


Fig. 202 à 204. — Machine à essayer les courroies de *Bird*. Ensemble de l'installation et détail du frein.

A, poulie folle sur B, avec plateau *f*, fixé en Cc. D, plateau fixe en fonte, avec calotte en cuivre *d*, serrée étanche sur D par la frette R, avec circulation d'eau sous pression en S. E, cadre de D, calé sur B et chargé de poids F sur couteaux *e. pp*, pointes de B fixées au cadre G, pivoté en J. K, graissage de *f*. P, courroie à l'essai, passant sur A et sur une poulie motrice MT. WL, compteurs enregistreurs commandés l'un de M, par S, et l'autre de A, par V T. La différence des indications des compteurs donne le glissement pour une tension de B déterminée par F, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son passage sur des poulies de tension, sur laquelle on colle ensuite une mince bande de cuir; les courroies en crin, notamment celles de *Rosendale*,

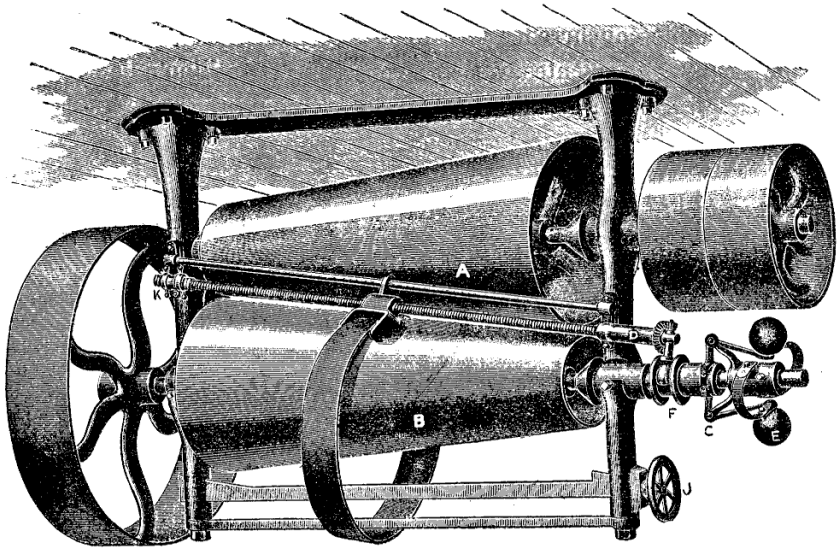


Fig. 205. — Transmission annulaire par cônes d'*Evans*.

Le cône A commande B par l'entraînement d'une couronne de cuir dont la position est déterminée par un régulateur EF de manière que la vitesse de B reste invariable malgré les variations de celle de A.

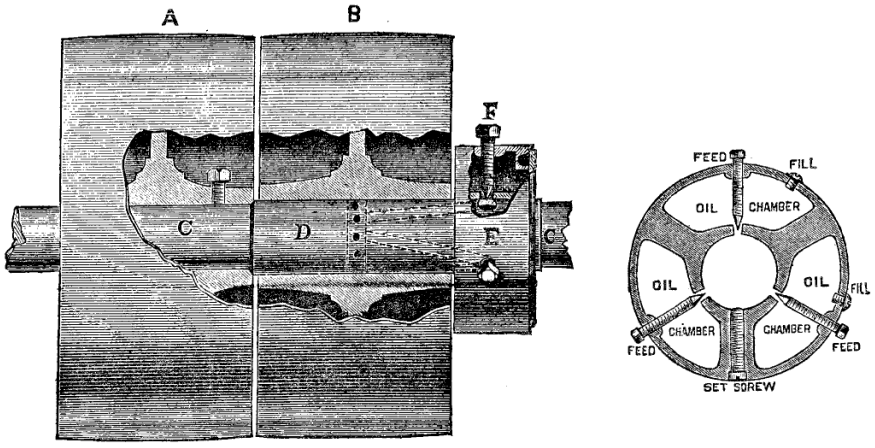


Fig. 206 et 207. — Graissage de poulies folles *Ormsby*.

A, poulie folle. B, poulie fixe. E, collet fixé par une vis de pression, formant trois chambres à huile, à débits réglés par des pointes (*Feed*) et alimentées par des bouchons (*Fill*), ces chambres aboutissent par des rigoles au distributeur D.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à bords protégés par des bandes de cuir; celles de *Page* (fig. 162), et quelques essais de *courroies métalliques* (1). Mais ces courroies se sont en somme peu répandues, et la seule substance qui paraisse faire, aux États-Unis, une notable concurrence au cuir est le caoutchouc (2) ; et encore ces courroies, parfois excellentes, varient trop d'un échantillon à l'autre, se criquent par la gelée, et supportent le frottement moins bien que le cuir.

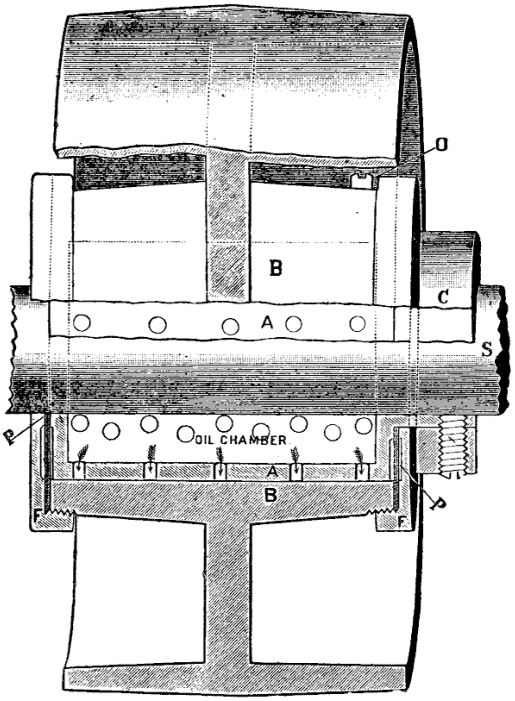


Fig. 208. — Poulie folle à graissage automatique *Horton*.

A, chambre à huile, à bouchon D, fixée sur l'arbre S, sur laquelle tourne la poulie B, à fonds F F, serrés sur garnitures en cuir P. C, collet de retenue.

L'on emploie beaucoup aux États-Unis, principalement pour les courtes transmissions, que l'on est souvent obligé de subir dans les installations électriques, les *courroies articulées* (3), dont l'idée première paraît appartenir

(1) Notamment les Courroies à adhérence *électro-magnétique* d'Édison (*Revue industrielle*, 24 juin 1893, p. 244), et de *Harington* (*la Lumière électrique*, 11 mars 1893, p. 467). Voir aussi le *Génie civil*, 12 juillet 1890, p. 172, et *la Métallurgie*. 1er mai. 1889, p. 59.

(2) *Cooper* « Use of Belting », p. 196, *Scientific. American*, 24 sept. 1887, p. 195; *Electrical World*, 23 août 1890, p. 114.

(3) Sur les courroies articulées, voir *la Lumière électrique*, 19 novembre et 10 déc. 1887,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à *Roullier*, et qui ont été rendues pour la première fois véritablement pratiques, aux États-Unis, par la maison *Schieren*. Ces courroies, extrême-

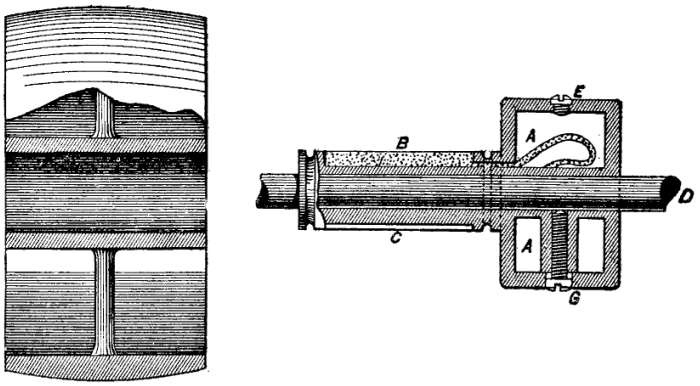


Fig. 209 et 210. — Graisseur de poulie folle *Gleason*.

A, chambre à huile avec bouchon B E, et mèche B, alimentant d'huile la portée C de la poulie, enfilée sur l'arbre D.

ment souples et plus lourdes que les courroies ordinaires, prennent au brin mené, qui doit être le brin supérieur, une flèche plus grande, assurant un

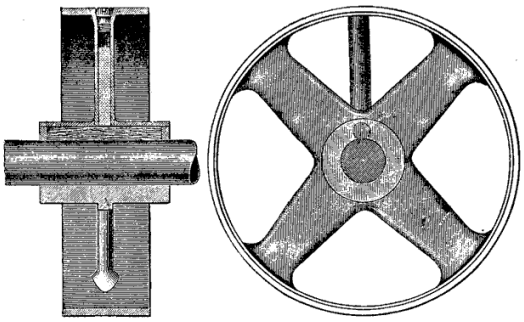


Fig 211 et 212. — Graisseur de poulie folle *Almond*.

Constitué par un trou de 5 millimètres de diamètre, percé dans le moyeu, débouchant sur la portée par une fente de 3 millimètres de large, bouché par deux tampons de bois, et alimenté d'huile ou de graisse par un tube à bouchon vissé dans la jante.

arc d'enroulement plus étendu ; elles peuvent s'allonger ou se raccourcir facilement, en ajoutant ou retranchant des rangées de maillons; elles durent à peu près aussi longtemps et ne coûtent guère plus, aux États-Unis, que les

p. 375 et suiv.; la *Revue Industrielle*, 25 mai 1889, p. 203, le *Scientific American suppl.*, 9 juillet, 1887, p. 9595. (Courroies de Schieren, Ireson, Tullis, Roullier, Lister, Angus),

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courroies pleines, de sorte qu'on n'hésite plus à les employer, même pour les grandes puissances (1).

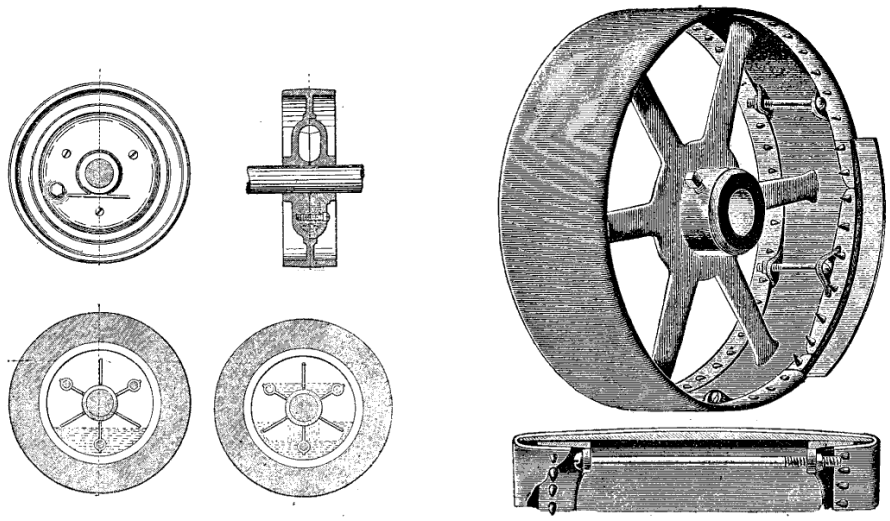


Fig. 213 à 218. — Graisseur de poulies folles *Smith* (Brown et Sharpe) et poulie à jante garnie de cuir de *Shultz*.

Le moyeu de la poulie est creux, avec palettes disposées de manière, qu'en marche, l'huile soit constamment projetée comme en (fig. 216), sur le vide annulaire ménagé entre les deux moyeux. Au repos elle reprend la position (fig. 215) tout en laissant un peu d'huile sur l'arbre. Le remplissage se fait par le bouchon indiqué en fig. 213.

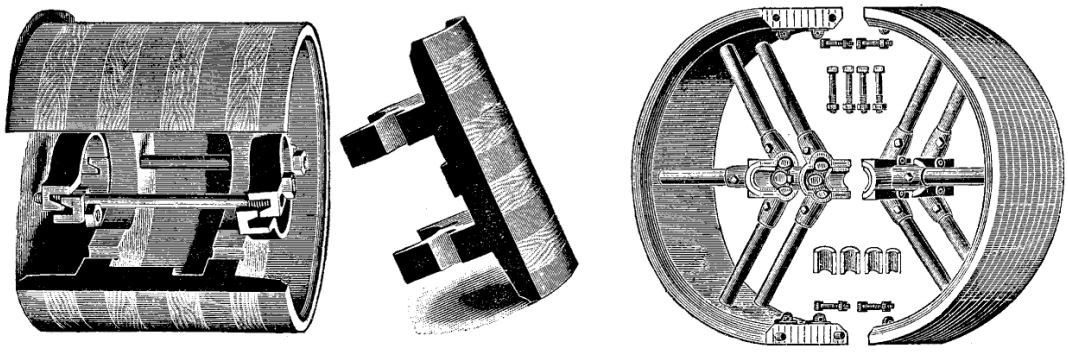


Fig. 219 à 221. — Tambour et poulies en bois de *Dodge*.

Nous n'insisterons pas sur les courroies articulées de Schieren, déjà bien connues chez nous. Celles de *Page* sont, pour les poulies bombées, en

(1) On peut citer comme exemple une courroie articulée de *Page*, de 1^{m},50 de large, 61 mètres de long et 6^{mm} d'épaisseur, pesant 1900 kilos et renfermant 412390 maillons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux parties reliées à une chaîne centrale par des boulons et des maillons en forme de voussoirs, qui permettent à ces courroies de bien épouser la forme de la jante sur toute l'étendue de son arc de contact et de sa largeur, en la serrant aussi bien sur les bords qu'au milieu, comme l'indiquent les

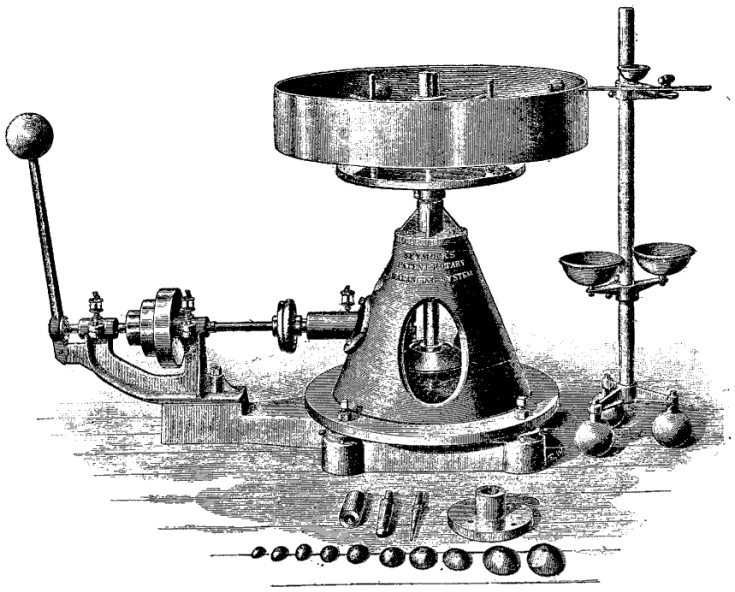


Fig. 222. — Machine à cintrer les poulies de *Seymour*.

La poulie est montée par un manchon sur la pointe d'un arbre vertical, qui l'entraîne par deux tocs. Une fois l'appareil lancé, on débraye, et on laisse la poulie tourner sur la pointe librement, devant un style qui en marque les balourds sur sa fonte, de manière que l'on puisse arriver facilement à l'équilibrer par tâtonnements au moyen de petites masses additionnelles.

figures 166 à 172. Les figures 173 à 176 indiquent la façon très simple de défaire et de recoudre la courroie.

Les courroies de *Schultz* sont aussi (fig. 177 à 179) disposées de manière à s'appliquer bien exactement sur la jante.

Il faut faire remarquer que ces courroies doivent être fabriquées, pour durer, avec le plus grand soin, ni en bois (1), ni avec des débris de cuir, mais avec du cuir de première qualité, macéré dans un bain d'huile de pied de bœuf et de suif, qui en assure la souplesse et la conservation.

Comme détails de construction et d'emploi des courroies, je signalerai l'emploi de courroies *perforées* (fig. 180) pour laisser l'air s'échapper d'entre

(1) Courroie de *Sadsworth :* Revue industrielle, 25 mars 1809, p. 205.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la courroie et la jante, artifice qui augmente, paraît-il, un peu l'adhérence aux grandes vitesses; quelques attaches très simples (fig. 181 à 189) (1) et le système de transmission très ramassé adopté par *Ide* (fig. 200); quelques monte-courroies, dont l'un des plus employés est du type *Triumph,* déjà

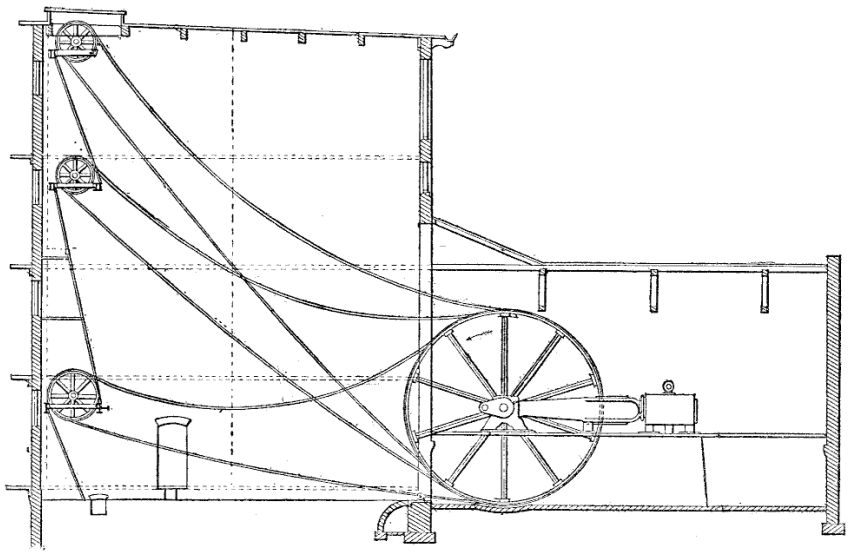


Fig. 234. — Transmission par câbles de *Lockwood et Greewe*, à Boston, filature de Lannett. 1 100 chevaux distribués à 3 étages, par 26 câbles distincts de 45 millimètres. Volant de 6m,60, faisant 60 tours par minute. Vitesse 8m,19 par seconde; la distribution est la suivante :

	Nombre des câbles.	Diamètres des poutres.	Tours par minute.	Puissance.
1er étage	8	2,06	231	336
2e —	7	1,57	302	294
3e —	11	1,57	302	462

exploité en France (2) et quelques machines à essayer les courroies, dont l'une des meilleures est celle de *Bird*, représentée par les figures 202 à 204, et suffisamment expliquée par leur légende.

LES POULIES

Les poulies ne présentent en général, aux États-Unis, rien de bien particulier, qui ne soit connu et appliqué chez nous sous une forme équivalente, comme par exemple, l'ingénieuse transmission conique d'*Evans* (3). Je signa-

(1) Voir aussi la *Lumière électrique,* 10 déc. 1887, p. 508.
(2) *Journal de la Meunerie et de la Boulangerie,* novembre 1887, p. 81.
(3) Construite en France par *M. Bourdillat,* de Grenoble, et appliquée fréquemment aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lerai néanmoins quelques graissages de poulies folles (fig. 206 à 216), et l'em-

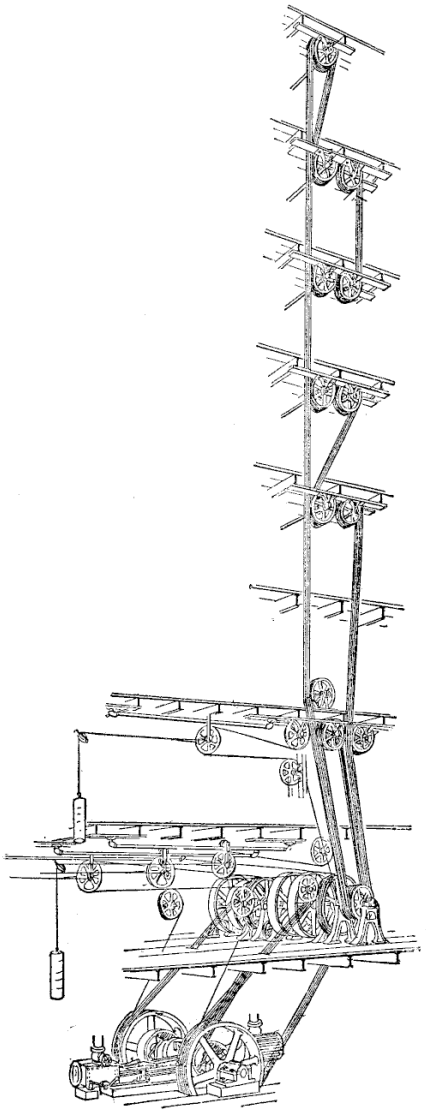


Fig. 224. — Transmission américaine par câble unique de la *Link Belt Machine C°*. Usine de la Western Électric C° (New-York).

Deux moteurs de 175 chevaux, à 125 tours, avec volants de 3 mètres de diamètre, à 6 gorges; deux cordes en cuir continues de 25 millimètres, sur les 9 étages, avec chacune un tendeur de renvoi.

ploi très fréquent de poulies tout en bois (fig. 217) (1), ou à jante re-

renvois de machines-outils (*Gustave Richard*, « Traité des Machines-outils, » vol. I, p. 237). A rappeler aussi la courroie de *Scott* (Portefeuille des machines, novembre 1884, p. 184).

(1) Notamment celles de *Dodge* (exploitées en France par *Bagshaw*) et de *Reeves* (exploitées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

couverte de cuir (fig. 220) et en papier, analogues à celles de *Burot* (1).

Dans un certain nombre de fabriques, les poulies sont, après tournage,

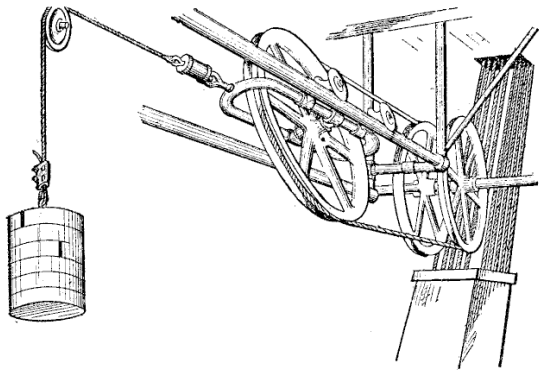


Fig. 225. — Type de tendeur à poids américain.

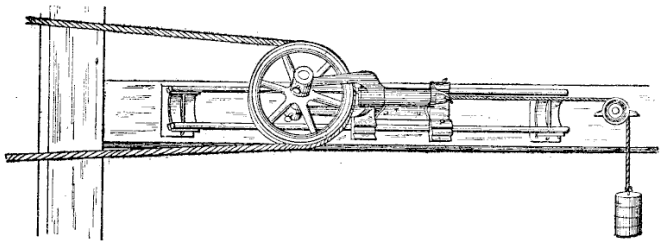


Fig. 226. — Type de tendeur américain horizontal, à guidage latéral sur tubes avec roulements par billes.

parfaitement équilibrées au moyen de machines spéciales, dont l'une des meilleures est celle de *Seymour* (fig. 222).

TRANSMISSIONS FUNICULAIRES

Les transmissions funiculaires sont depuis quelques années très employées aux États-Unis, comme en Europe, en place des engrenages et des courroies, comme plus économiques d'achat, moins encombrantes, plus faciles à poser partout. On emploie presque toujours les câbles en chanvre suiffé pour en entretenir la souplesse et les abriter de l'humidité (2). Leur vitesse atteint

en France par *MM. Fenwick frères*). Il y avait à Chicago une poulie *Reeves* de 5m,50 de diamètre sur 1m,20 de large, composée de plus de 4000 pièces de bois.

(1) Bulletin de la Société d'Encouragement, septembre 1891. Types de *Martindale* (Scientif. American, 20 janvier 1883, p. 38 et de la *Paper Pulley Co* (American Machinist., 23 mai 1885).

(2) A consulter, sur les *transmissions funiculaires américaines : Appleton's Cyclopœdia Supp.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à 25 et 30 mètres par seconde; leur résistance à la rupture varie de 7 à 8 kilos par millimètre carré de section réelle; mais le graissage ou l'hu-

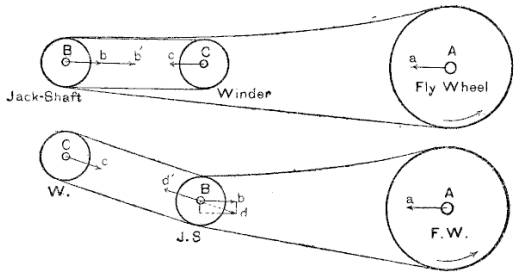


Fig. 227 et 228.

Commandes de l'arbre B, par un galet de renvoi, ou galet enrouleur (Winder) C, augmentant l'adhérence du câble et diminuant la tension nécessaire. En fig. 227, où B est, comme en fig. 229, placé entre le volant moteur A et B, les tensions $a = b$ et $c = b'$ du câble de A en B et de C en B, s'ajoutent sur B, de sorte que l'arbre est sollicité vers A, par une tension $b + b'$, tandis que, en fig. 228, où B est entre A et C, B ne supporte plus que la résultante $b\,d$ des tensions opposées et $b\,d'$.

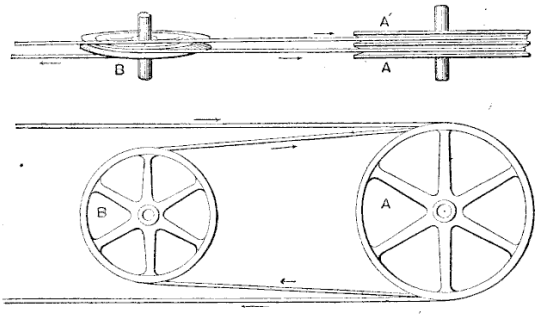


Fig. 229 et 230. — Commande par convoi *Overman* (1851).

A A', poulie motrice avec câble passant, comme l'indiquent les flèches, de A en A', par le galet incliné B, doublant l'adhérance sur A A'.

(p. 471). *J.-J. Flather*, « Rope Driving » (Electrical World oct. 1893 à déc. 1894). *M. E.* « Notes on Rope Driving » (American Machinist. déc. 1892, 17 février 1893); *J. Gregg* « Transmission of Power by Manilla Ropes » (Scientific American Supp., 24 mai 1890, p. 11 994 et 24 mars 1888, p. 1 018). et sur les *transmissions funiculaires d'ateliers en général. Biggarth.* On Wire Ropes (Inst. of Civil Eug. London, 1889-90, paper 2447); *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, nov. 1887, p. 649; « Note sur les conditions de résistance, d'allongement et d'élasticité des cordages et câbles en chanvre, en aloès et en fils métalliques, par *A. Duboul* », *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*; « Notes sur la raideur des cordages », par *A. Longraire Génie Civil*, 12 fév. 1878, p. 238. « Tableaux et Renseignements sur les fils et les câbles métalliques fabriqués par les forges de Châtillon et Commentry », par *Max. de Nansouty; Revue Générale des Chemins de Fer*, oct. 1887, p. 240 ». « Transmissions funiculaires en usage dans les ateliers de la Compagnie du Midi », par *A. Laurent Bulletin des anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers*, janvier 1887, p. 13; « Transmission par câbles métalliques à petite distance dans les usines, et *Reuleaux*, « le Constructeur », 3e éd. p. 840. *Annales des Ponts et Chaussées*, nov. 1887,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

midité diminuent parfois cette résistance de 20 à 30 p. 100, et on ne les fait travailler qu'à 5 p. 100 environ de leur résistance de rupture. Dans ces conditions, leur rendement n'est guère notablement inférieur à celui des

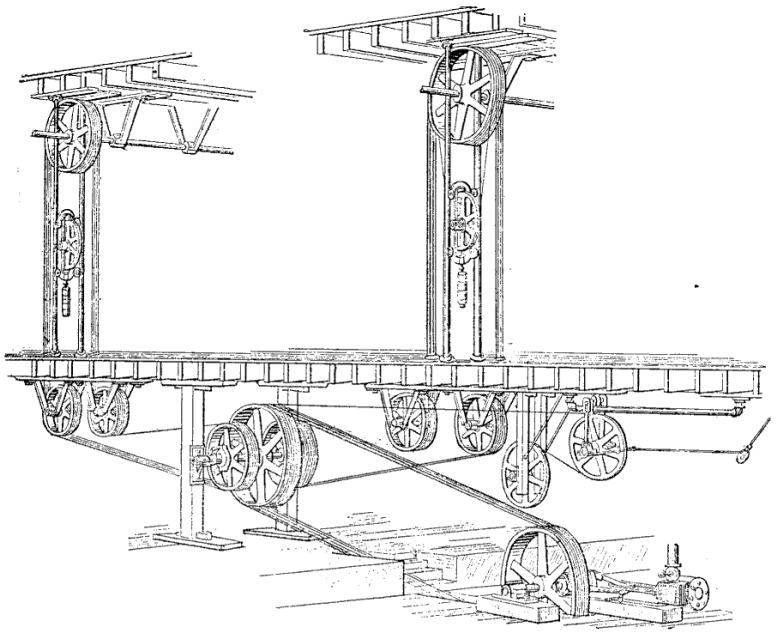


Fig. 231. — Application des tendeurs verticaux et horizontaux.

Moteur de 45 chevaux. Volant de 1m,80 à 90 tours, avec 5 gorges, pour câble de 32 millimètres, continu passant, du volant à la poulie de l'arbre intermédiaire, de même diamètre : 1m,80, que le volant, où il revient par le tendeur horizontal. L'arbre intermédiaire commande 2 poulies à 4 gorges pour, chacune, un câble de 25 millimètres continu, à tendeur vertical, menant par embrayages deux transmissions parallèles indépendantes.

commandes par courroies ou par engrenages, qui, dans certaines filatures, atteignaient des dimensions gigantesques (1) et dont l'efficacité baisse rapi-

p. 636; « Expériences faites à Bessèges pour déterminer la résistance à l'incurvation des câbles métalliques », par *D. Murgue : Revue Industrielle*, 8 mai 1884, p. 186; « Poulies à câbles *Wilder*, et 6 juin, 1883 »; « Transmission télé-dynamiques pour poulies à grande adhérence, système *Champigny*, *Leloutre;* « Transmission par courroies, cordes et câbles métalliques »; 1 vol., Paris, Tignol, 1884.

(1) Jusqu'à 15 mètres de diamètre. Certains volants à câbles atteignent aussi de très grandes dimensions. Exemple : une machine de Hick Hargraves, avec volant de 9 mètres de diamètre, 4m,50 de large, poids 140 tonnes, 60 cordes, transmettant 4000 chevaux; certaines installations transmettent jusqu'à 20 000 chevaux (*The Engineer*, janvier, 1884, p. 38), à l'usine de la Broadway Cable, Co New-York, il y a quatre volants de 9m70, de diamètre, avec 32 cordes de 50 millimètres : poids 104 tonnes chacun. Ces énormes volants assurent une marche très régulière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dement avec l'usure inévitable des dents. D'après M. *Flather* (1) dans les filatures, avec une transmission par câbles bien installée, entre, par exemple, 150 et 900 chevaux, la transmission absorberait en moyenne 20 à 25 p. 100 de la puissance indiquée, dont 5 à 8 p. 100 attribuables à la raideur des câbles et 8 à 12 p. 100 aux frottements de la machine à vapeur.

Ce qui caractérise principalement la plupart des transmissions funiculaires américaines, c'est l'emploi, au lieu de plusieurs câbles distincts

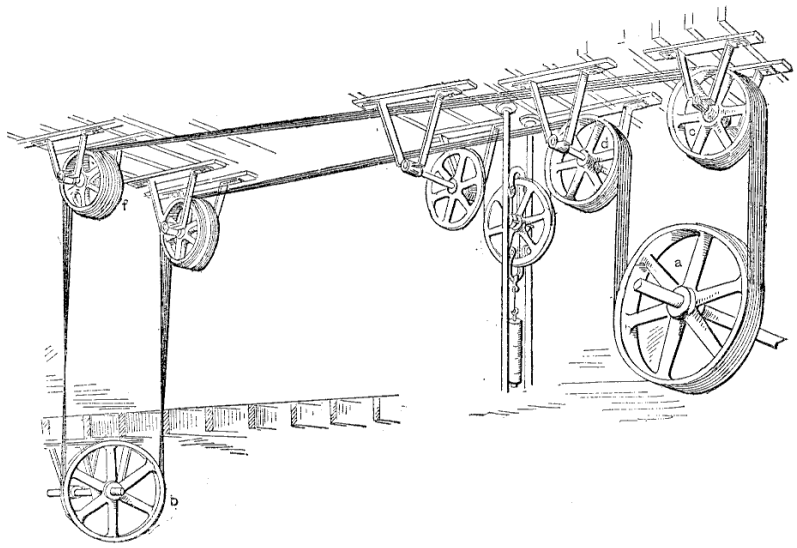


Fig. 232. — Transmission entre deux arbres *a* et *b* situés dans des plans différents.

a, arbre moteur, avec poulie de 1m,60, à 6 gorges, transmettant 150 chevaux à 160 tours (vitesse 13m50) par un câble de 32 millimètres, avec renvois *c* et *d* presque parallèles à *a'* deux galets *f*, doubles, formés chacun de deux poulies, l'une de 40 millimètres plus petite que l'autre, pour tenir compte de la torsion du faisceau de *f f* en *b*.

comme en Europe (fig. 223) d'un seul câble continu ou cyclique, tendu par un chariot à poids, quel que soit le nombre des gorges des poulies. Comme exemple, je citerai la transmission à neuf étages établie par la *Link Belt Machine C°* dans l'usine de la *Western Electric C°*, de New-York. Cette transmission est commandée (fig. 224) par deux machines de 175 chevaux chacune, avec volants de 3 mètres de diamètre à 6 gorges, faisant 125 tours. Pour chacune de ces machines, la corde en cuir, de 25 millimètres de diamètre, partant de la gorge de droite du volant de gauche, est renvoyée par

(1) *Electrical World*, 21 octobre 1893, p. 308 et 22 sept. 1894, p. 288.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

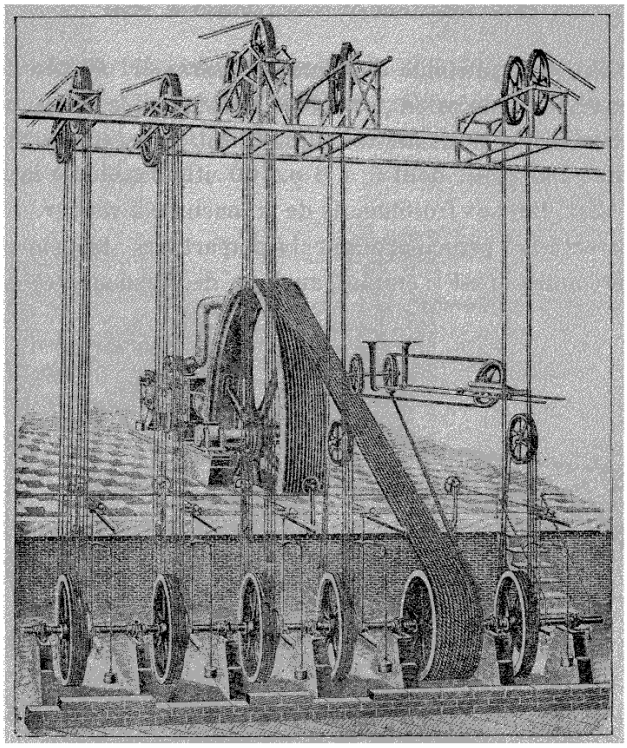


Fig. 233. — Transmission de la *Dodge manufacturing C°* (Mishawaka).

Volant de 6m,60 à jante en bois transmettant 500 chevaux par un seul câble continu, à tendeur horizontal, à un contre-arbre de 5 transmissions avec tendeurs verticaux.

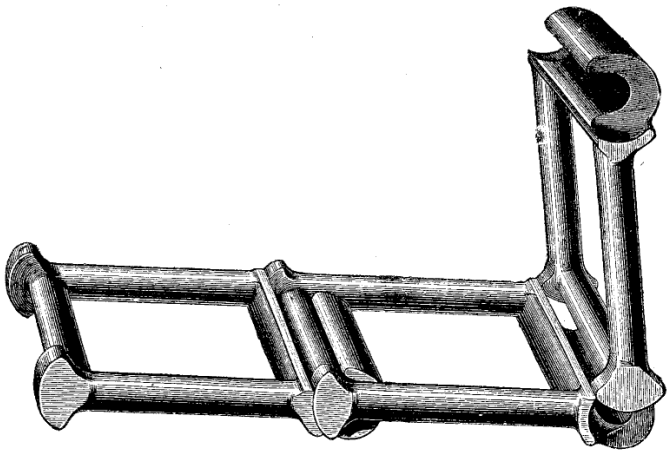


Fig. 234. — Chaîne *Ewart*.

Assemblage des maillons par rotule et crochet pouvant pivoter de 90° sans se séparer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

galet et tendeur incliné à la gorge de droite de la poulie correspondante, d'où elle revient à la gorge suivante du volant, et ainsi de suite. Le tambour de droite de l'arbre de transmission porte 12 gorges, d'où partent, jusqu'au haut du bâtiment, deux cordes continues parallèles, dont une permet d'assurer le

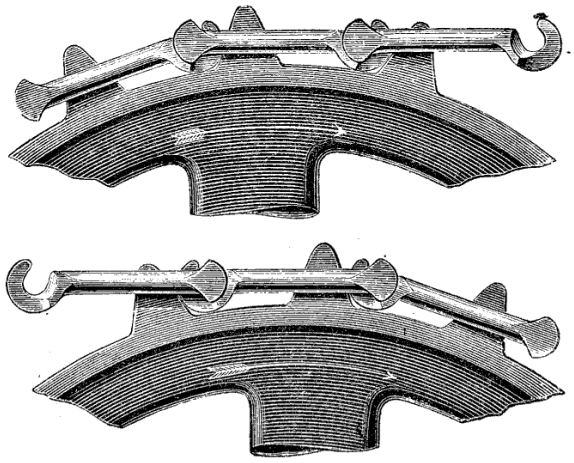


Fig. 235 et 236. — Transmission par chaîne *Ewart*.

Les dents de la roue menée (fig. 237) et de la roue motrice (fig. 238) doivent toutes deux porter sur le haut des crochets, l'une poussée, l'autre tirée par ce crochet.

service en cas de rupture de l'autre, et qui s'enroulent chacune trois fois autour des poulies, avec chacune un tendeur : l'un au premier étage, l'autre au second.

Les poulies motrices de cet arbre, qui a 115 $^{m}/_{m}$ de diamètre et marche

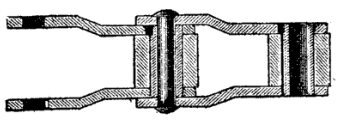


Fig. 237. — Chaîne à *Jeffrey*, galets sur douille d'acier et axes fixes.

à 220 tours, sont montées sur des manchons de 250 millimètres de diamètre tournant dans leurs paliers, et traversés par l'arbre, qu'ils attaquent par des embrayages en ne lui imposant que des efforts de torsion, et sans que la poulie débrayée n'y exerce aucun frottement (1) comme en fig. 121. Les poulies des étages sont aussi pourvues d'embrayages permettant de les affoler à volonté.

(1) Voir aussi l'*American Machinist* du 24 et 31 mai 1894, p. 11 et 10. « An Improvement in Cable Driving Machinery », by *W. Sewall*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 225 à 233 — qui s'expliquent par leurs légendes — représentent quelques types de chariots tendeurs américains et de leurs applications concurremment avec des galets de renvoi (fig. 232) qui donnent à la transmission une extrême souplesse.

On emploie aussi très fréquemment, dans ces transmissions par câbles, des galets d'enroulement, dont le principe est indiqué en figures 227 à 230,

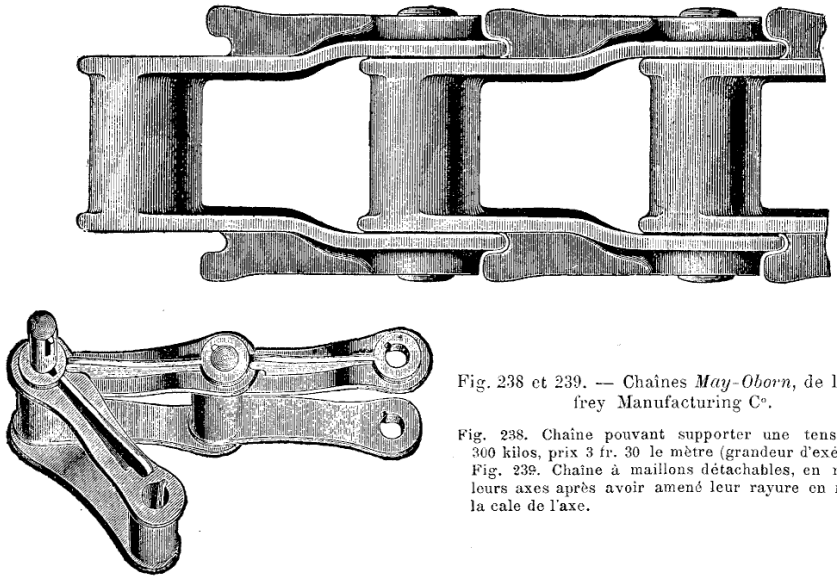


Fig. 238 et 239. — Chaînes *May-Oborn*, de la Jeffrey Manufacturing C°.

Fig. 238. Chaîne pouvant supporter une tension de 300 kilos, prix 3 fr. 30 le mètre (grandeur d'exécution)
Fig. 239. Chaîne à maillons détachables, en retirant leurs axes après avoir amené leur rayure en face de la cale de l'axe.

et qui doivent, comme l'expliquent les figures, être interposés entre le volant ou la poulie motrice et le contre-arbre de transmission.

Chaînes. — On emploie aussi fréquemment aux États-Unis, pour certaines transmissions à marche relativement lentes, et surtout pour le service des transbordeurs à plaques ou à godets, des chaînes à maillons en général facilement détachables, comme ceux de la *Standart Chain d'Ewart* (1) (fig. 234 à 236) et de la *May-Oborn* (fig. 238). Dans l'emploi de ces chaînes, dont les types de grande force peuvent supporter jusqu'à 3 000 kilos en marche normale, on ne doit guère dépasser une vitesse de 300 tours, avec une roue d'un

(1) Exploitee en France par les maisons *Bagshaw* et *Piat* (Revue Industrielle, 19 juillet 1882, p. 290. Brevet anglais 393, 28 janvier, 1881. A signaler encore aux Etats-Unis de nombreux cas de remplacement des transmissions mécaniques par des *transmissions électriques*, avec dynamos actionnant les machines isolément ou par groupes (Exemples les Ateliers de Fay, Sellers Baldwin Pond, Yale and Town, Lavergne, Ferra cute Bridgeport Hartford, etc.).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

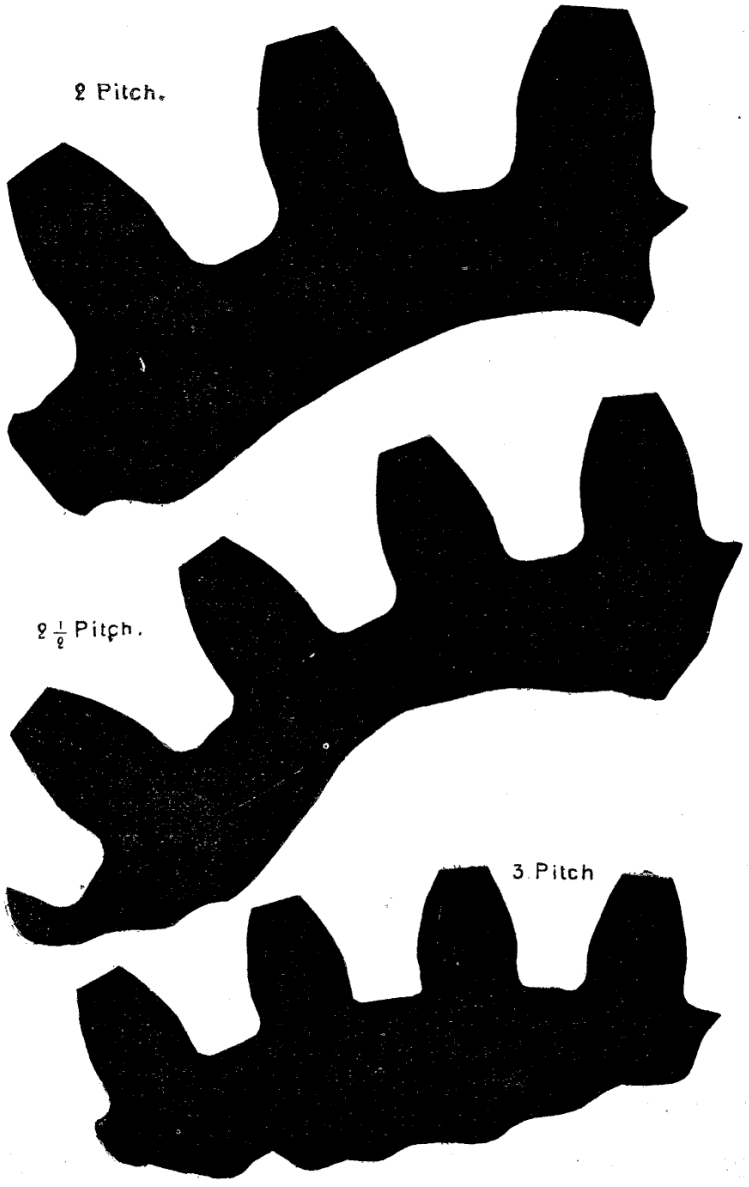


Fig. 240 à 242. — Dentures *Brown et Sharpe*. Grandeur d'exécution d'après empreintes.
α', pas diamétraux de 2, 2 1/2 et 3; c'est-à dire, α', 2, 2 1/2 et 3 dents par pouce du diamètre du cercle primitif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

diamètre égal à 5 fois le pas de la chaîne. On peut, aux faibles vitesses, employer des poulies beaucoup plus petites, mais qui n'ont jamais moins de six dents. Enfin, certaines de ces chaînes, comme la Standart par exemple, ne

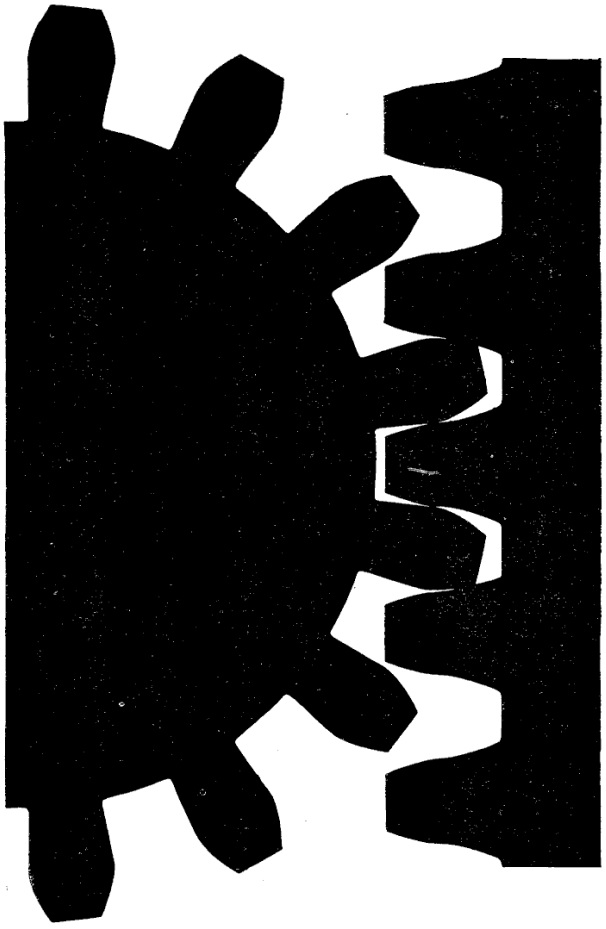


Fig. 243. — Empreinte d'un engrènement à crémaillère tracé d'après les odontiques *de Grant*.

sont pas réversibles, c'est-à-dire, qu'elles ne peuvent être commandées que dans un seul sens, ainsi que l'indiquent les figures 235 et 236.

Pour les transmissions de fatigue, principalement pour celles exposées à la poussière, comme dans les tramways électriques, etc., on emploie de préférence des chaînes à douilles, dont les axes sont, comme en figure 237, pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

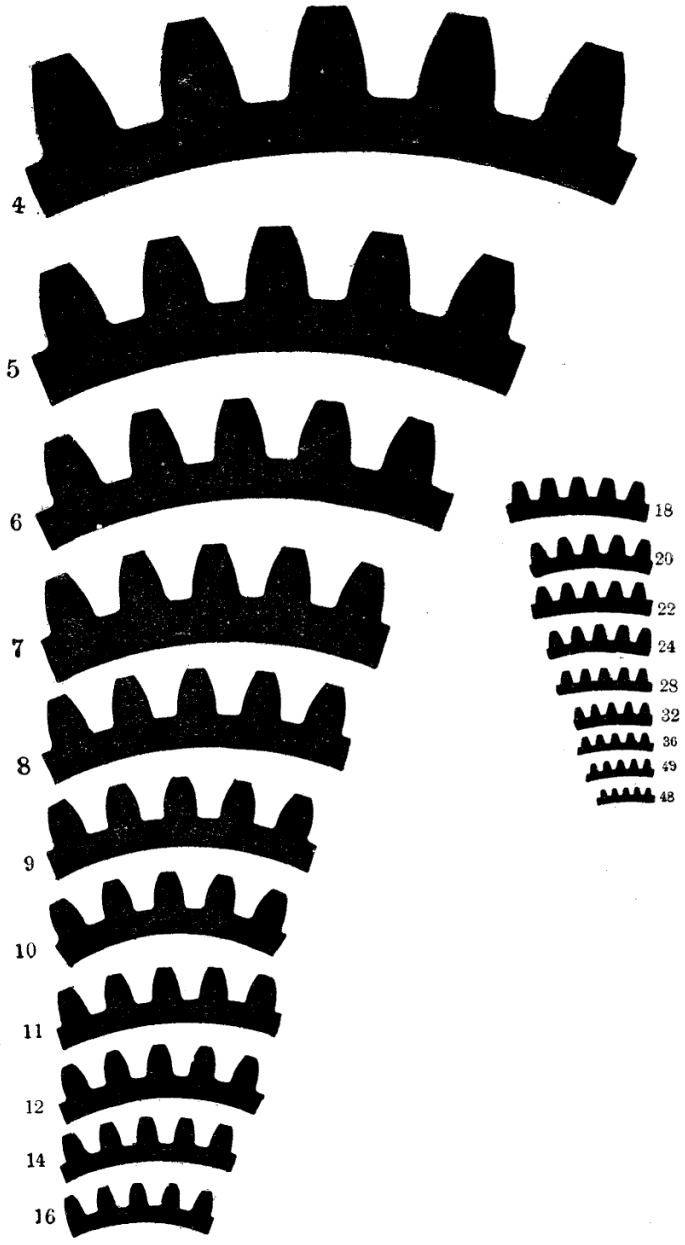


Fig. 244 à 263. — Dentures *Brown et Sharpe* à pas diamétraux variant de 4 à 48 (grandeur d'exécution).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tégés par des douilles d'acier trempé, sur lesquelles tournent des galets cémentés et trempés.

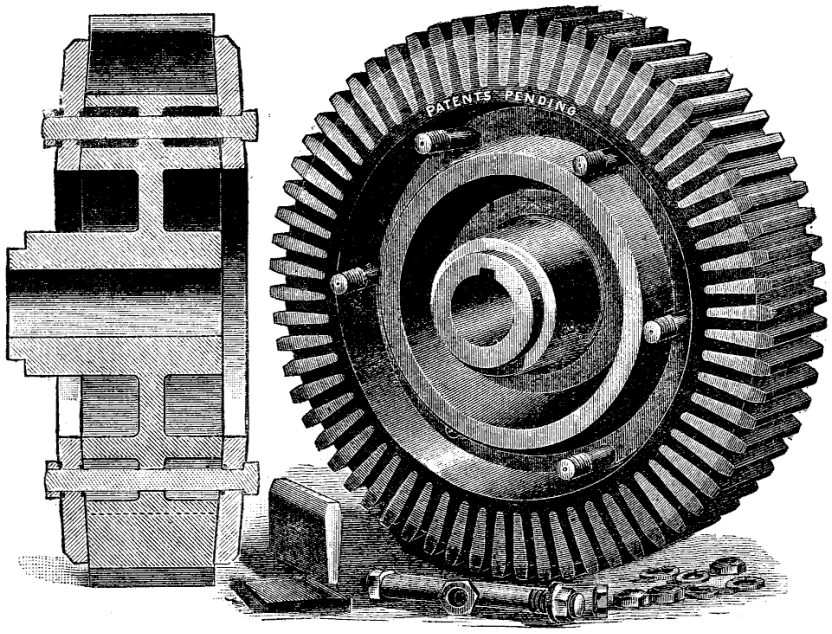


Fig. 264 et 265. — Pignons à dentures en bois de *Nuttall*.

LES ENGRENAGES

Les engrenages ont été, aux États-Unis, l'objet d'un grand nombre d'études, dont quelques-unes sont extrêmement remarquables (1), mais qu'il

(1) Notamment celles de *Grant*. « Teeth of Gears » publié par les Lexington Gear, Works, Boston, « Practical Tratise on Gearing » et « Formulas on Gearing », publié par la Société Brown et Sharpe, Providence. « A New-Odontograph » (Journal of the Franklin Institute, fév. 1887, p. 108, et Revue générale des machines-outils, mai 1887, p. 35). « Efficiency of Gear Teeth » (American Machinist, 26 déc. 1885, et Journal of The Franklin Institute, mai 1887, p. 370). « A New Form of Pin. Gear Tooth » (American Machinist. 25 avril 1889, p. 4). « Odontics. Theory and Practice of The Teeth, of Gears » (*id.*, mai à décembre 1890). « Normal Theory of the Gears Tooth Curve (*id.*, 13 et 20 mars, 9 octobre 1886). « Limiting Number of Teeth » (*id.*, 4 février 1892. Scientific American supp. 7 mai 1887, p. 9452. Journal of the Franklin Institute, février 1888, p. 117). « The Cycloidal Tooth for Skew-bevel Gears » (American Machinist, 5 sept. 1889). *Mac. Cord.* « Kinematics » et « Planetary Wheel Trains » Scientific (American Supp., 17 mars, 14 juin, 23 août 1884; 3 janvier, 28 mars 1885). « Composit. Gearing » (*id.*, 27 avril 1889. p. 11098). *Bilgram*. « A New Odontograph. » (Journal of The Franklin Institute, janvier 1892). *Honey*, « Worm Wheel Tecth » American Machinist, 2 juillet 1891, p. 6). *Beale*, « Treatise on Gearing » (publié par Brown et Sharpe) et *Walker*. (Journal of The Association of Engineering Societies, vol. IV, p. 45).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

serait absolument impossible d'analyser ici, et leur fabrication, au moyen de fraiseuses et de machines à tailler spéciales (1), a atteint une telle précision que la plupart de ces engrenages fonctionnent sinon sans jeu, du moins avec un jeu assez faible pour éviter tout choc sensible, même pendant les changements de marches ou de vitesses.

Nous n'insisterons ici que sur une caractéristique des plus heureuses de

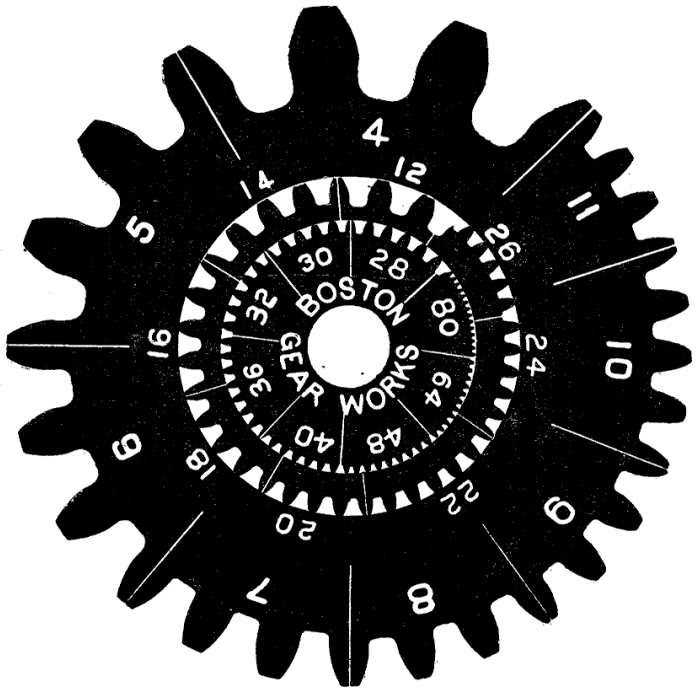


Fig. 266. — Calibres pour engrenages des *Boston Gear Works*.

La figure représente 3 jauges allant respectivement des pas diamétraux 80 à 28, 26 à 12 et 11 à 4.

la fabrication des engrenages aux États-Unis, qui consiste à exprimer ou mesurer les pas, en fonction non de la circonférence mais du diamètre; et ce pas diamétral ou « *Diametral Pitch* », n'est pas exprimé en mesures linéaires, mais par un rapport : il indique le *nombre de dents par pouce du diamètre du cercle primitif*. C'est ainsi, par exemple, qu'une roue de pas 5 aura cinq dents

(1) Notamment celles de Bilgram, Brown et Sharpe, Brainard, Clough, Eberhardt, Grant, Horton, Mertes, Parkes, Sellers, Slate, Swasey, Kalker, Woodward (*Gustave Richard*. Traité des Machines-outils, vol. II).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par pouce du diamètre de son cercle primitif, ou un pas circulaire de $\frac{5}{\pi} = 0{,}628$ pouces. Les tableaux ci-dessous, empruntés à M. Grant, permettent de passer facilement des pas diamétraux aux pas circulaires, et réciproquement.

T.	D.	T.	D.	T.	D.	T.	D.
10	3,18	33	10,50	56	17,83	79	25,15
11	3,50	34	10,82	57	18,15	80	25,47
12	3,82	35	11,14	58	18,47	81	25,79
13	4,14	36	11,46	59	18,78	82	26,10
14	4,46	37	11,78	60	19,10	83	26,43
15	4,78	38	12,10	61	19,42	84	26,74
16	5,09	39	12,42	62	19,74	85	27,06
17	5,40	40	12,74	63	20,06	86	27,38
18	5,73	41	13,05	64	20,38	87	27,70
19	6,05	42	13,37	65	20,69	88	28,02
20	6,37	43	13,66	66	21,02	89	28,34
21	6,69	44	14,00	67	21,33	90	28,65
22	7,00	45	14,33	68	21,65	91	28,97
23	7,32	46	14,65	69	21,97	92	29,29
24	7,64	47	14,96	70	22,29	93	29,60
25	7,96	48	15,28	71	22,60	94	29,93
26	8,28	49	15,60	72	22,92	95	30,25
27	8,60	50	15,92	73	23,24	96	30,56
28	8,90	51	16,24	74	23,56	97	30,88
29	9,23	52	16,56	75	23,88	98	31,20
30	9,55	53	16,87	76	24,20	99	31,52
31	9,87	54	17,19	77	24,52	100	31,84
32	10,19	55	17,52	78	24,83		

PAS DIAMÉTRAL p.	PAS CIRCULAIRE p'.	PAS CIRCULAIRE p'	PAS DIAMÉTRAL p.
2	1,571 pouce	2	1,571
2 1/4	1,396 —	1 7/8	1,676
2 1/2	1,257 —	1 3/4	1,795
2 3/4	1,142 —	1 5/8	1,933
3	1,047 —	1 1/2	2,094
3 1/2	0,898 —	1 7/16	2,185
4	785 —	1 3/8	2,285
5	628 —	1 5/16	2,394
6	524 —	1 1/4	2,513
7	449 —	1 3/16	2,646
8	393 —	1 1/8	2,793
9	349 —	1 1/16	2,957
10	314 —	1	3,142
11	286 —	15/16	3,351
12	262 —	7/8	3,590
14	224 —	13/16	3,867
16	196 —	3/4	4,189
18	175 —	11/16	4,570
20	157 —	5/8	5,027
22	143 —	9/16	5,585
24	131 —	1/2	6,283
26	121 —	7/16	7,181
28	112 —	3/8	8,378
30	105 —	5/16	10,053
32	098 —	1/4	12,566
36	087 —	3/16	16,755
40	079 —	1/8	25,133
48	065 —	1/16	50,266

Le tableau de gauche donne le diamètre D du cercle primitif d'un pignon de T dents, et à pas circulaire d'un pouce. Exemple, le diamètre D d'un pignon de 37 dents, et à pas d'un pouce, est égal à 11,78 pouces. Celui de ce même pignon, avec un pas de 3/4 de pouce, est égal à $11{,}78 \times 3/4 = 8{,}84$ pouces.

Le tableau de droite donne le pas diamétral p correspondant à un pas circulaire p', donné par la relation :

$$p \times p' = \pi = 3{,}1416.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau des dimensions des dents d'engrenage calculées sur des pas diamétraux (1).

PAS DIAMÉTRAUX en millimètres.	ÉPAISSEUR DES DENTS à la circonfér. primitive.	HAUTEUR DES DENTS en dehors de la circonfér. primitive.	HAUTEUR TOTALE des dents.	LARGEUR DE LA JANTE.
1	1,57	1	2,16	6 à 10
1,5	2,36	1,5	3,24	9 à 15
2	3,14	2	4,31	12 à 20
2,5	3,93	2,5	5,39	15 à 25
3	4,71	3	6,47	18 à 30
3,5	5,50	3,5	7,55	21 à 35
4	6,28	4	8,63	24 à 40
5	7,85	5	10,78	30 à 50
6	9,43	6	12,94	36 à 60
7	11,00	7	14,11	42 à 70
8	12,57	8	16,13	48 à 80
10	15,71	10	20,16	60 à 100
12	18,85	12	24,19	72 à 120
14	21,99	14	28,22	84 à 140
16	25,13	16	32,25	96 à 160
20	31,41	20	40,31	120 à 200
24	37,70	24	48,38	144 à 240

En outre, la *hauteur* h *de la dent au-dessus du cercle primitif est égale au pas diamétral*, comme l'indiquent les types de denture représentés en vraie grandeur, d'après leurs empreintes, par les figures 240 à 270, et qui sont d'un emploi presque universel aux États-Unis, et, sa *hauteur totale* H, *au-dessus du fond, du creux est égale* à 2,15 p., ce qui équivaut à lui laisser au fond du creux *un jeu de* 0,15, p. ou d'environ le $\frac{1}{10}$ de l'épaisseur de la dent. Enfin la largeur l de la jante varie de 6 à 10 p.

Il résulte, de l'adoption de ce pas diamétral p. et des règles ci-dessus énoncées, que le diamètre d du cercle primitif et le diamètre extérieur D sont donnés en fonction de p. et du nombre des dents n. par les formules très simples.

d. Diamètre du cercle primitif $= n.\ p.$

D. Diamètre extérieur $= d + 2p = p\,(n + 2)$,

faciles à appliquer sans aucune erreur possible beaucoup plus aisément qu'en prenant, comme on le fait quelquefois en Europe, pour les pas des multiples de π.

(1) D'après M. *Mandon*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, l'adoption presque universelle de ces règles et des profils de Grant a permis de réaliser, aux États-Unis, une sorte d'*unification des engrenages,* à pas définis par leurs diamètres, qui facilite singulièrement le remplacement de ces organes, et qui serait certainement à imiter chez nous.

La vérification des dentures se fait d'ailleurs très facilement au moyen de calibres spéciaux, dont la figure 266 représente un excellent type.

Le progrès si rapide, aux États-Unis, des tramways électriques, dans lesquels la dynamo commande les essieux moteurs par des trains d'engre-

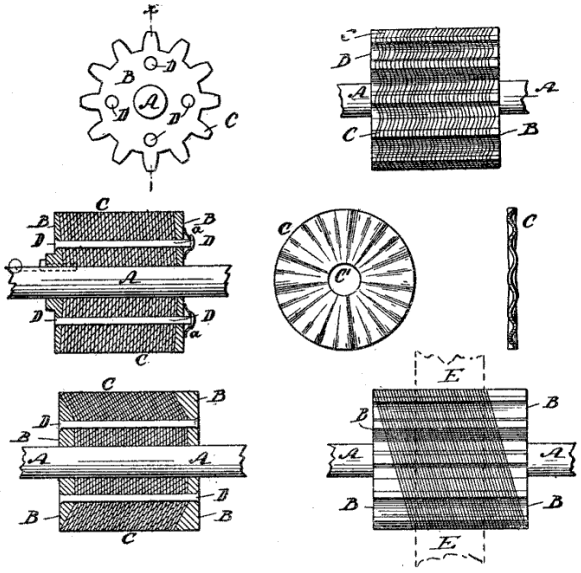


Fig. 267 à 279. — Pignons lamellaires *Lieb.*

A, arbre avec deux plateaux B et C, dentés ou non, serrés par les boulons D sur les disques lamellaires ou obliques C, en fer ou en acier.

nages, a conduit à chercher à rendre ces engrenages non seulement suffisamment résistants à un fonctionnement dans une atmosphère poussiéreuse, mais aussi les plus silencieux possible, soit par une taille très précise, droite ou à chevrons, soit en remplaçant les dents en acier ou en fer par des dents en bois. Parmi ces derniers, je citerai, comme des meilleures, les roues de *Nuttall* (fig. 264). Le corps de ces roues est en fonte d'une seule pièce. Après y avoir enfoncé les dents, de bois imprégnées de céruse, on la tourne, pour araser ces dents, sur les côtés et à la circonférence, puis on les serre entre les deux plateaux, dont l'un est représenté à gauche de la figure, et l'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

repasse les dents rapidement à la machine à taille finisseuse. Après cette taille, on retire les plateaux, pour appliquer sur les dents une couche d'huile de lin bouillante, puis on resserre à fond ces plateaux. Ces roues engrènent avec des pignons d'acier recuit : elles durent de six à huit mois en plein

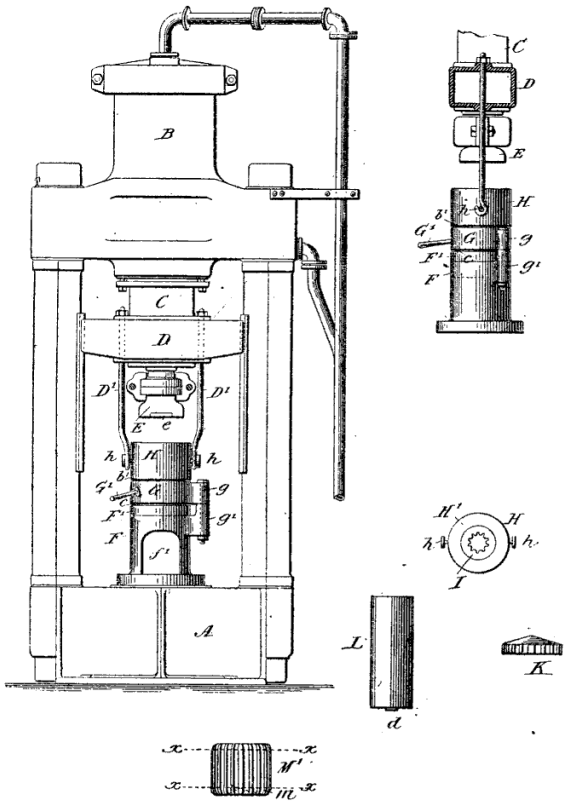


Fig. 280 à 285. — Presse à engrenage *Porter*.

Élévation vue de côté de l'enclume H, détail du moule I, du panneau L et du chapeau K, et vue d'un pignon sortant de la presse (même légende qu'en fig. 286).

service. Après quoi, l'on remplace les dents au besoin sur place, ce qui coûte de 7 à 8 francs par roue (1).

Je citerai dans le même ordre d'idées, à côté des pignons en *cuir* comprimé, qui commencent à se répandre chez nous (2) les roues lamellaires,

(1) Voir, dans *La Lumière électrique* du 15 janvier 1892, pp. 108, et 2 décembre 1891, p. 1103, les pignons d'*Atwood* et de *Sperry*.

(2) Pignons *Piat* (Chronique Industrielle, 4 mars 1894.) et *Noye* (Brevet anglais 5264, de 1893).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont celles de *Lieb.* (fig. 267 à 273) est un excellent exemple (1). Ainsi qu'on le voit par ces figures, le corps du pignon est constitué par des disques lamellaires ondulés (fig. 272) emboutis, ou (fig. 280) plats et inclinés sur l'axe,

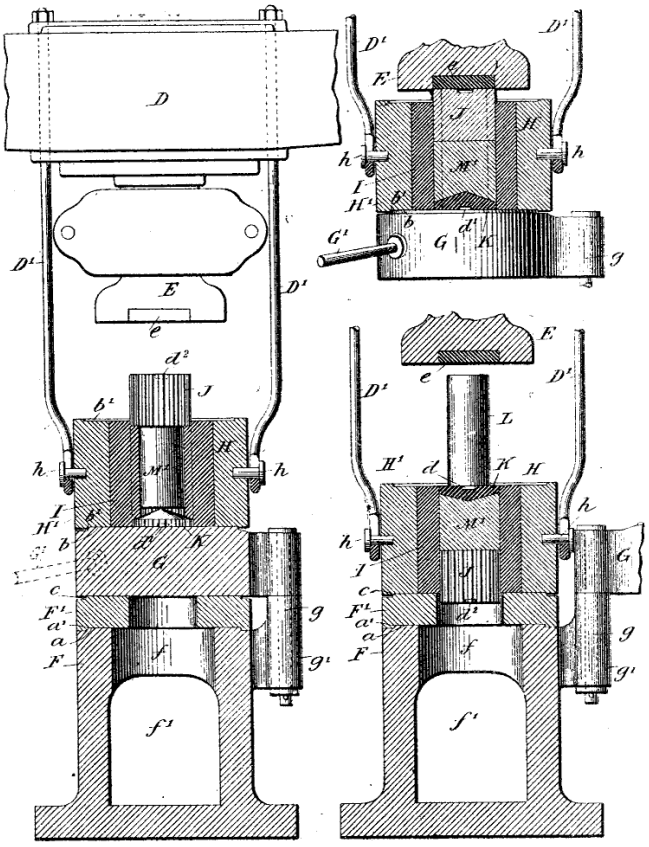


Fig. 286 à 288. — Presse à engrenages *Porter* en fonctionnement à l'entrée du lingot M', à la fin de sa compression, et à sa sortie.

D, chapiteau du piston CE*e*, à cylindre hydraulique B (fig. 274) accrochant par D'*h* le moule HH1, qui renferme la matrice I (fig. 276) en acier cémenté. *b*, emboîtement de H sur le bloc G, à manette G, pivoté en *g g*., puis après le défilement de ce bloc (fig. 288) sur la table F1 *c*. F*f*., socle creux, recevant en *a a*. la table F1, de façon à assurer l'alignement exact de FF1 et de H. M1, lingot f^1, refoulé d'abord (fig. 286) en I, entre les chapeaux J et K, dentés comme I, repousse en f_1 après retournement de H (fig. 288).

serrés par des boulons D entre deux plateaux B B, de manière à leur permettre un petit glissement relatif suffisant pour assurer à la roue une cer-

(1) *M. Gaillardel* a aussi appliqué sur des voitures à pétrole des pignons lamellaires, en disques métalliques, avec interposition de feuilles de cuir à chaque disque (*Génie Civil*, 1er septembre 1894).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

taine élasticité, puis taillés d'un bloc, en même temps que ces plateaux qui, en général, n'engrènent pas avec la roue E, menée par le pignon.

On a souvent essayé de fabriquer de toute pièce des pignons au laminoir

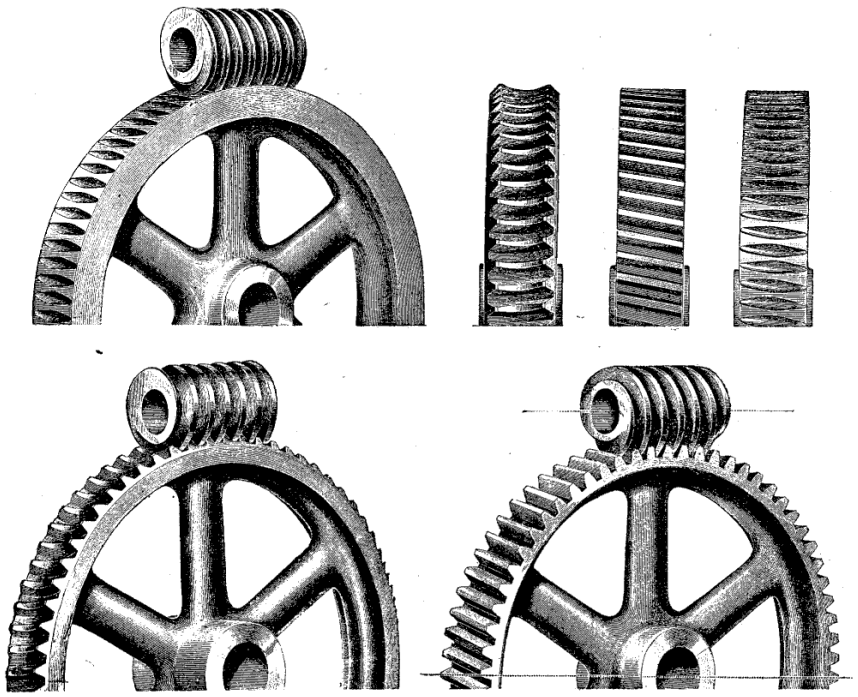


Fig. 289 à 300. — Engrenages hélicoïdaux *Brown et Sharpe* taillés (fig. 299 et 300) à la fraise hélicoïdale (fig. 301).

La denture à mi-corps fig. 291 et 294 est pour les commandes à la main très douces, on l'applique souvent aux diviseurs des machines à tailler les dents. La denture fig. 291 et 300 engrène aussi bien avec une crémaillère qu'avec une vis.

ou à la presse. Ce dernier mode de fabrication a été étudié, en Amérique, d'une façon toute spéciale, par *Bliss* (1) et par *M. Porter*, ingénieur de la

(1) La presse est employée depuis longtemps aux États-Unis pour le découpage des pignons d'horlogerie (American Machinist, 5 mars 1894, p. 4); mais c'est surtout pour le moulage et l'étampage des tôles que ces presses ont réalisé de grands progrès. Je citerai notamment, celles de *Bliss*. (American Machinist, 23 oct. 1890, 13 juillet 1893. Revue Industrielle, 23 sept. 1893, p. 375), de *Stiles* et *Parker* (American Machinist, 29 nov. 1884, 15 août 1885, 30 juin 1888, 9 janvier, 19 juin 1890), de la *Ferracute Machine C* (American Machinist, 15 octobre 1881, 24 mars 1883, 5 octobre, 2 et 9 novembre 1893), de *Watson* et *Stilman* (American Machinist, 31 janvier 1889), de *Seymour* (Engineering, 19 octobre 1883, p. 364), de *Potter* et de *Higgins* (Brevets américains 598304 et 521 858 de 1894).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

United States Projectile C°, dont la presse est représentée en détail par les figures 280 à 288. Voici comment elle fonctionne.

Les différentes pièces de la presse occupant les positions indiquées en fig. 280, on place dans la matrice H la bille en acier M', d'un diamètre un peu plus petit que celui de l'intérieur des dents de la matrice (fig. 282) et d'une épaisseur suffisante pour que le refoulement de son métal remplisse exactement la matrice. Cette bille est au rouge vif, à l'exception de sa partie supérieure, que l'on refroidit suffisamment pour résister à l'épanouissement de la partie supérieure de la bille sous la pression et à l'écoulement de son



Fig. 301. — Fraise hélicoïdale *Brown et Sharpe*.

métal entre la matrice et l'étampe J. On abaisse ensuite le piston E de la presse de manière à comprimer et refouler la bille, comme les fig. 286 à 287, sur la table G et sa rondelle conique K (fig. 284).

Après cette compression, on rappelle le piston C E, dont le chapiteau D soulève par $D_1 h$ la matrice H au-dessus de la table G, on retourne H sur ses tourillons h, on retire G en la faisant pivoter sur g, on redescend H sur F, puis on chasse (fig. 280) l'étampe J et la bille M au moyen du piston E et du poinçon L.

La bille présente à sa sortie la forme d'un pignon (fig. 279) à dents parfaitement finies, mais dont il faut affranchir les extrémités recourbées en $x\ x'$: courbure que l'on ne saurait éviter sans l'emploi de pressions absolument exagérées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les transmissions par vis sans fin ont été l'objet aux États-Unis, d'études très remarquables (1). Leurs roues sont exécutées, comme les engrenages ordi-

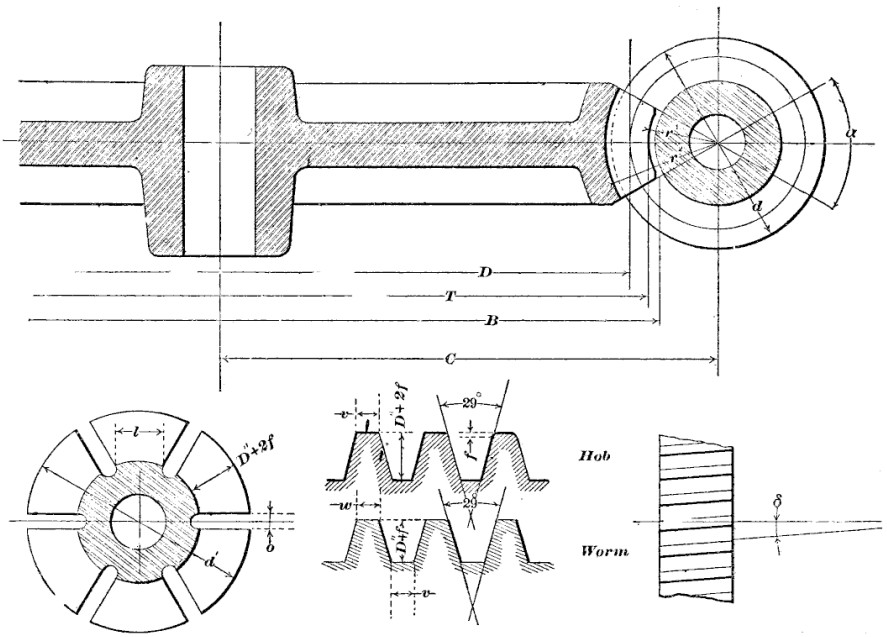


Fig. 302 à 305. — Tracé des pignons hélicoïdaux *Grant* (Brown et Sharpe).

d, diamètre de la vis (*Worm*) à l'extérieur du filet. d', diamètre de la fraise (*Hob*) (fig. 301). f. jeu au fond des dents. m, nombre des filets par pouce de la vis. $L = \frac{1}{m}$, avance de la vis par tour. N, nombre des dents du pignon. T, diamètre du pignon à la gorge. B, diamètre du flanc du pignon. C, entre-axes. o, largeur des saignées de la fraise. l, largeur de ses dents à la base. b, circonférence de la vis au fond du filet. v, largeur du filet au fond. w, largeur du haut du filet. P, *pas diamétral*. P', pas circulaire du pignon. s, hauteur des dents au-dessus du cercle primitif $= \frac{1}{P} = \frac{P'}{\pi} = 0{,}318\,P'$. t, épaisseur des dents au cercle primitif. S, inclinaison des dents sur l'axe $t_n = t \cos \delta$, épaisseur des dents suivant la normale. D'', hauteur utile des dents de hauteur totale. $D'' + f$. Ces données sont reliées entre elles par les formules suivantes, pour des inclinaisons α des deux axes l'un sur l'autre comprises entre 60° et 90°. $P' = \frac{\pi T}{N+2}$. $D = \frac{N}{P} = \frac{NP'}{\pi}$. $T = \frac{N}{P} + 2s$. $b = \pi(d - 2s)$, $\operatorname{tg} \delta = \frac{L}{b} = \frac{1}{bm}$ (pourvu que la largeur du pignon ne soit pas $> \frac{2}{3}$ du diamètre primitif de la vis). $r' = \frac{d}{2} - 2s$; $r_2 = r' + D'' + f$. $C = \frac{D+d}{2} - s$. $B = T + 2\left(r - r' \cos \frac{\alpha}{2}\right)$. $o = \frac{0{,}355\,P'}{2}$ + 3 millimètres. $l = D' + 2f + 3$ millimètres. $d'' = d + 2f$. $v = 0{,}31\,P'$. $w = 0{,}355\,P'$.

naires, avec une grande précision, taillées soit à la fraiseuse universelle, soit sur des machines spéciales. On finit souvent ces roues au moyen d'une fraise

(1) Notamment par *Sellers* et *Towne* « Expriments on the Transmission of Power by Gearing » (Engineering, 25 déc. 1885, p. 605, 19 mars, 9 avril, 11 juin 1886, et Journal of the Franklin Institute, août 1885, p. 97).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

spéciale appelée « Hob » que l'on peut considérer (fig. 301) comme constituée par une partie très légèrement modifiée de la vis même avec laquelle la roue entre en prise, et dont les filets sont taillés en forme de fraise. Les figures 302 à 305 et leur légende donnent les proportions et formules

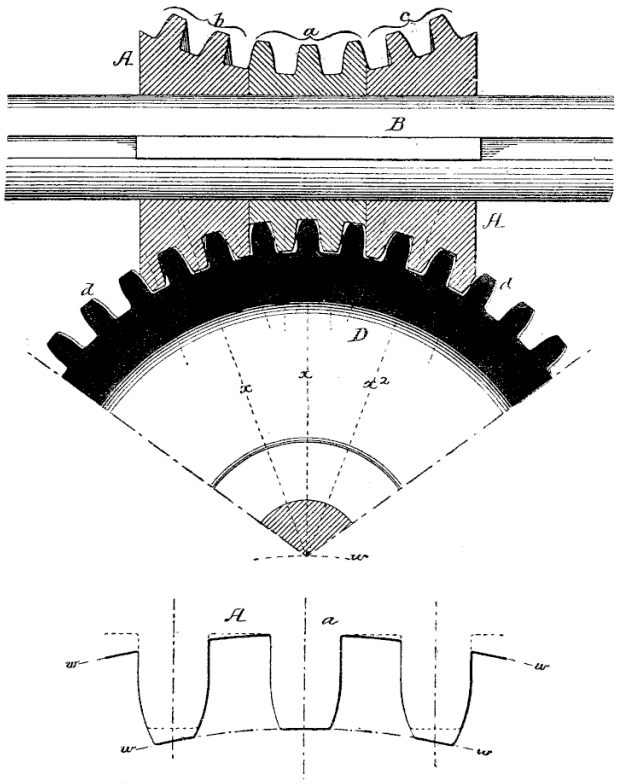


Fig. 306 et 307. — Engrenage hélicoïdal *Albro*.

adoptées par la maison Brown et Sharpe pour cette taille des roues hélicoïdales, qui donne, au contact des dents, le plus d'étendue possible en pratique.

On sait, qu'avec ce tracé par développante a' ligne de poussée inclinée de 75°, le nombre N des dents de la roue ne doit pas être inférieur, en pratique, à 30 : pour $N<30$, la fraise entamerait les racines des dents. Pour éviter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cet inconvénient, on peut augmenter le diamètre T de la roue de manière qu'il soit toujours égal au moins à :

$$T = 0{,}937\frac{N}{P} + 4s \quad (1)$$

ou augmenter l'angle 2γ des filets, égal à 29° en fig. 199 de manière que l'on ait toujours.

$$\cos\gamma = \sqrt{1-\frac{2}{N}}$$

D'où le tableau suivant :

Pour N. =	29.	28.	27.	26.	25.	24.	23.	22.	21.	20.
2γ	30° 1/4	31.	31 1/2	32 1/4	32 3/4	33 1/2	34 1/4	35.	36.	37.
N. =	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.		
2γ	38°.	39.	40.	41 1/2	41 3/4	44 1/2	46 1/4	48.		

La seconde méthode obligeant à changer chaque fois de fraise avec γ, il vaut mieux employer la seconde, même en diminuant le diamètre d de la vis, autant que le permet l'invariabilité de l'entre-axe C.

Pour permettre de multiplier le contact des dents sans accroître la difficulté de l'exécution de la vis M^2 *Albro* a (fig. 306) proposé de faire cette vis de forme globique (2) en trois parties *a b* et *c*, taillées au tour par des outils guidés sur un cercle w, de diamètre égal à celui du cercle primitif commun, mais maintenus parallèles respectivement aux rayons x, x' et x_2. On réduit ainsi la fatigue des dents, mais en augmentant leur frottement.

PROCÈS-VERBAUX

Séance du 14 décembre 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

M. le Président déclare que le scrutin est ouvert pour l'élection du Bureau pour 1895.

(1) *Grant.* « Formulas in Gearing » p. 35. En réalité, $T = \cos^2\gamma\frac{N}{P} + 4s$. En fig. 301, $\gamma = \frac{29}{2}$ + 14° 1/2. et $\cos^2 14° 1/2 = 0{,}937$. A citer encore, les vis sans fin à rattrapage de jeu et les engrenages spiraloïdes de Beale (*Gustave Richard*, « Traité des Machines-Outils », vol. I, p. 240 et American Machinist, 12 septembre 1885, 28 août 1890).

(2) *Reuleaux* « le Constructeur », 3e éd., p. 579.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Collignon, secrétaire, fait le dépouillement de la correspondance.

M. Coret (Aug.), boulevard Bineau, 53, à Neuilly-sur-Seine. — Annonce qu'il vient de vendre son brevet pour le thermomètre médical, et indique les modifications qu'il vient d'y apporter. (Arts économiques.)

M. Barbé, ingénieur, rue Juge, 4, demande l'aide de la Société pour faire breveter un caoutchouc industriel applicable aux pneumatiques, tuyaux, etc. (Arts mécaniques.)

M. Languet, rue Borio, 4. — Perfectionnement de drague marine à succion. (Arts mécaniques.)

M. Malherbe, médecin-vétérinaire, 83 *bis*, boulevard Richard-Lenoir. — Table pour opérations chirurgicales sur les chevaux. (Agriculture.)

M. F. Martin, place du Théâtre, à Cazères (Haute-Garonne). — Nouvelle bicyclette. (Arts mécaniques.)

M. Labolle, rue Piat, 26, à Belleville. — Demande d'aide de la Société pour la mise à jour de plusieurs inventions. (Arts mécaniques.)

M. Cariol, à Montpellier. — Moteur hydraulique. (Arts mécaniques.)

M. Branche, rue de Cotte, 29. — Machine à percer les métaux. (Arts mécaniques.)

M. G. Trouvé, rue Vivienne, 14. — Nouveau système de pêche. (Agriculture.)

M. Chessebeuf fils, rue Dupin, 12. — Vélocipède à leviers. (Arts mécaniques.)

M. Goulas, rue de Charonne, 163. — Système de bateaux à disques propulseurs. (Arts mécaniques.)

M. Joly (Victor), à Mons-en-Marceul (Nord). — Dessins et descriptions d'une essoreuse à effet continu. (Arts mécaniques.)

M. Meunier, propriétaire, rue Portail-d'Avignon, Le Puy (Haute-Loire). — Moissonneuse-javeleuse à bras. (Arts mécaniques.)

M. Durand (Ch.), professeur à l'Ecole supérieure, à Nancy. — 1° Géologie des Vosges appliquée à l'agriculture; 2° Les grandes industries minérales en Lorraine. (Agriculture.)

M. Heubert, boulevard de Clichy, 106. — Compteur horokilométrique. (Arts économiques.)

M. Fagot, ingénieur-agronome, à la Haute-Maison, par Poix-Terron (Ardennes). — Rapport sur le concours des primes d'honneur en Meurthe-et-Moselle, en 1894. (Agriculture.)

M. Bigot, Hôtel Terminus, rue Saint-Lazare. — Application du bois de gaïac dans les coussinets et pièces de frottement des machines. (Arts mécaniques.)

M. Garçon (J.), ingénieur-chimiste, boulevard de la Tour-Maubourg, 13. — Ouvrage intitulé : *La pratique du teinturier*. (Arts chimiques.)

M. Pillet, ingénieur civil, boulevard Garibaldi, 38. — Ouvrage intitulé : *Causeries sur le dessin industriel*. (Constructions et Beaux-Arts.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Le Chatelier fait hommage de deux brochures : 1° *Sur la fusibilité des mélanges isomorphes de quelques carbonates doubles;* 2° *Les principes fondamentaux de l'énergétique et leur application aux phénomènes chimiques.* (Remerciements et dépôt à la Bibliothèque.)

M. le Ministre de l'Instruction envoie pour la Bibliothèque le tome II des œuvres de Fermat. (Remerciements et dépôt à la Bibliothèque.)

M. le Secrétaire signale dans la correspondance imprimée les ouvrages suivants :

Collection Léauté. — *Torpilles sèches*, par Hennebert, Gauthier-Villars, éditeur.

Office du travail. — *Étude sur les derniers résultats des assurances sociales en Allemagne et en Autriche*, 1re partie. — (Accident.)

Revue mensuelle illustrée. — *Le Monde moderne*. Janvier 1895, Quantin, éditeur.

NOMINATION D'UN MEMBRE DU COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES. — *M. le Président* ouvre le scrutin pour la nomination d'un membre du Conseil. (Comité des Arts mécaniques.)

M. Linder, inspecteur général des mines, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est proclamé membre du Comité des Arts mécaniques.

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

M. Terquem, libraire-éditeur, à Paris, présenté par MM. Plon et G. Richard.

Banque Perier-Mercet, à Paris, présentée par MM. Krantz et G. Richard.

M. Polonceau, ingénieur en chef du matériel au chemin de fer d'Orléans, présenté par MM. Haton de la Goupillière et G. Richard.

M. Samain, ingénieur-constructeur, à Paris, présenté par MM. Haton de la Goupillière et G. Richard.

M. Desroziers, ingénieur-électricien, à Paris, présenté par MM. Hillairet et G. Richard.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Le Comité des Arts chimiques demande au Conseil de déclarer une vacance dans ce Comité.

Cette vacance est déclarée par le Conseil.

Système de tendeur. — *M. le colonel Pierre* fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur un système de tendeur présenté par M. Roullot, ouvrier mécanicien, demeurant avenue Thiers, 2, au Raincy. — Ce nouveau système est applicable aux raies des roues de bicyclettes et aux cordes de pianos. M. le rapporteur en donne la description.

Des essais qui paraissent concluants ont été faits sur des roues de bicyclettes pendant plusieurs mois; quant à l'application aux cordes de pianos, l'inventeur n'a pu encore recueillir aucun résultat précis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, le Comité des Arts mécaniques pense qu'il peut être utile de faire connaître au public l'invention de M. Roullot. Et à cet effet, il propose au Conseil d'approuver le présent rapport et d'en ordonner l'insertion dans le *Bulletin* de la Société avec un dessin représentant, à une échelle agrandie, la chape, le galet et l'écrou.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées.

Balance trieuse. — *M. Simon* (Ed.) fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur une *balance trieuse automatique* servant à peser les flottes de soie à tours comptés, ou toutes autres matières textiles, brevetée S. G. D. G., par M. Gottelmann, rue Franklin, 57, à Lyon.

M. le Rapporteur décrit l'appareil qui fonctionne pratiquement chez MM. Wegmann et Cie, non seulement constructeurs-mécaniciens, mais aussi mouliniers. En changeant la balance de forme, l'appareil serait encore susceptible d'autres applications, telles que le pesage des bobines, des cordonnets, etc.

La solution imaginée par M. Gottelmann est des plus élégantes, et le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil de remercier cet inventeur de sa très intéressante communication et de voter l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec les dessins représentant les principaux organes de la balance trieuse automatique.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées.

Fabrication des étoffes. — *M. Simon* (Ed.) fait, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur *un nouveau procédé de fabrication des étoffes par effets de chaîne*, breveté S. G. D. G., par M. Duquesne, manufacturier à Paris, rue d'Aboukir, 10.

M. le Rapporteur décrit la méthode nouvelle de fabrication employée par l'inventeur, qui est applicable à tous les tissus par effets de chaîne : satins, velours de Gênes, etc. Tel est l'avis de de notre collègue, M. Imbs, qui a bien voulu se joindre à votre rapporteur pour examiner sur place un certain nombre de produits obtenus par le nouveau procédé.

En conséquence, le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil de remercier M. Duquesne de sa très intéressante communication, de lui adresser les félicitations de la Société, et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées.

Communications. — *Moteurs à pétrole.* — *M. Ringelmann* rappelle brièvement les essais qu'il a eu l'occasion de faire à son laboratoire, lors du concours international les moteurs à pétrole tenu à Meaux les 19 et 20 mai 1894 (1), sous la présidence du regretté M. E. Gatellier.

(1) Le Jury était composé de MM. Linder, inspecteur général des mines, président, — Lié-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces moteurs à pétrole, très répandus dans les pays où ce combustible est à bas prix (Angleterre, Belgique, Allemagne, Suisse, etc.), se sont, pour ainsi dire, imposés en France lors du récent abaissement des droits de douane. Il est à souhaiter que le prix des pétroles s'abaisse en France dans l'avenir, ce combustible essentiellement démocratique pouvant servir à la force motrice nécessaire à l'agriculture comme à la petite industrie, et son emploi pouvant, jusqu'à un certain point, enrayer la centralisation des ouvriers dans ces grands ateliers, où les discordes et les désordres trouvent un terrain si propice à leur développement.

M. Ringelmann décrit brièvement la méthode d'essais, le frein spécial qu'il a imaginé, etc., et présente à la Société un tableau résumant la classification des moteurs au concours de Meaux.

Après ce résumé succint, le conférencier entretient la Société des résultats scientifiques de ses essais et montre, comme disait M. l'ingénieur en chef *Hirsch*, en 1891, que l'avenir offre les plus brillantes promesses à ces moteurs intéressants.

Voici le résumé de cette partie scientifique de la communication de M. Ringelmann.

L'explosion du mélange tonnant, qui fournit la course motrice dans les machines du cycle à quatre temps, ne peut être économique que si la combustion est complète.

Or, dans toutes ces machines, la quantité de pétrole utilement employée est projetée dans le cylindre lors de la période d'aspiration. Et comme la composition chimique du pétrole est connue, il est de toute nécessité de fournir une quantité de pétrole bien déterminée par volume d'oxygène introduit dans le cylindre c'est-à-dire, par volume engendré par le piston.

Si l'on fournit, comme dans certaines machines, trop ou trop peu de pétrole, on obtient une combustion incomplète, soit par excès d'air, soit par manque d'oxygène; il se produit des ratés (mélanges trop peu explosibles; voir les recherches de *Schlœsing* et de *Mondésir*), soit une production de fumée; dans ces deux cas, le moteur n'est pas économique.

La conclusion pratique à tirer de cette considération, et qui concorde avec les résultats d'expériences, est qu'il *y a lieu de ne recommander que les machines à mélange constant.*

Dans ces moteurs, dès que la vitesse de régime dépasse celle imposée à la machine, le régulateur arrête l'entrée du pétrole, laisse ouverte la soupape d'échappement, et le moteur tourne avec le minimum de résistances passives.

Dans le moteur *Griffin*, par suite de la préparation du mélange réchauffé

baut, Tresca, Baclé, Papillon; Bardin, Hue, Laurent, Lenfant père, Delaître et Ringelmann, rapporteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par les gaz de l'échappement, le cylindre est complètement fermé lors d'une augmentation de vitesse.

Au moment de l'explosion, le mélange tonnant se trouve porté dans le cylindre à une très haute température ; il y a lieu de refroidir les parois afin d'empêcher le *craking* des huiles de graissage, mais ce refroidissement ne doit pas être poussé trop loin.

Des tracés graphiques permettaient de suivre facilement l'influence de toutes ces données; ainsi la machine de *Winterthur* ne refroidissait pas assez, les moteurs *Niel* et *Grob* (locomobiles) refroidissaient trop; en voici l'explication :

Pour les moteurs mi-fixes, le refroidissement des parois s'effectue généralement par une circulation d'eau, la double enveloppe du cylindre étant en communication avec un réservoir latéral; la circulation de l'eau n'a lieu que sous l'influence de la température qui conduit à une diminution de densité, mais il faut tenir compte de la dénivellation entre le cylindre et le plan d'eau supérieur du réservoir; la dénivellation était trop faible pour le moteur à pilon de *Winterthur,* dont les dimensions conduisent à surélever beaucoup le réservoir d'eau.

Pour les moteurs *Niel* et *Grob* (locomobiles), la circulation de l'eau est obtenue par une pompe centrifuge actionnée par le moteur, la pompe refoule ensuite l'eau sur un refroidisseur à surfaces. Le volume de l'eau envoyée dans la double enveloppe est en raison du nombre de tours, et non de la puissance demandée, c'est-à-dire, du nombre d'explosions. Or si cette circulation est suffisante pour le travail à 4 ou à 5 chevaux par exemple, elle est exagérée pour un travail plus faible, le cylindre est tellement refroidi, que la consommation du pétrole est exagérée (un grand nombre d'explosions sont effectuées uniquement pour élever la température des parois); il arrive même que le moteur s'arrête.

La machine *Merlin*, qui a été classée la première, présentait une heureuse disposition du refroidissement en fonction du travail effectué, c'est-à-dire des explosions faites : la circulation de l'eau était assurée par une pompe dont le levier était bloqué par le régulateur dès que la vitesse dépassait celle du régime.

Aussi, la machine Merlin enlevait peu de calories par l'eau de refroidissement (à 4 chevaux les pertes horaires étant de 3 900 calories, alors que, pour les autres moteurs, elles atteignent 4 900 à 11 600 calories); c'est une des raisons qui ont contribué à élever le rendement thermique de cette machine.

Les gaz de l'échappement quittent le cylindre à une haute température; dans le moteur *Griffin*, on cherche à récupérer une certaine quantité de cette chaleur en employant les gaz de l'échappement à réchauffer le mélange tonnant; c'est cette condition qui a conduit l'inventeur à modifier le jeu des soupapes dès que la vitesse de régime est dépassée.

Les conduites d'échappement sont alternativement parcourues par les gaz provenant de la combustion et par ceux aspirés lorsque le régulateur agit sur la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

distribution, dès que la vitesse dépasse celle du régime. Au point de vue de l'économie, on a donc intérêt à *faire la conduite d'échappement aussi courte que possible* (pour les essais du concours de Meaux, M. Ringelmann avait fait couper les tuyaux d'échappement à 2 mètres au-dessus de l'axe du moteur, afin de rendre les résultats aussi comparables que possible).

Néanmoins, certaines conditions d'installation obligent à des longueurs déterminées de ces tuyaux, ainsi qu'à des coudes.

M. Ringelmann a pu vérifier ce fait dans ces récents essais de réception d'un moteur *Merlin* de 6 chevaux, que l'administration de l'agriculture a fait installer à l'École nationale de Grignon. Pour cette machine, à cause de l'emplacement, il fallait supprimer le bruit, on a adopté deux pots d'échappement, et le tuyau a près de 15 mètres de longueur, en présentant trois coudes à angle droit.

D'après les calculs, la consommation, lors du travail à vide du moteur Merlin, aurait dû être de $0^k,500$ de pétrole à l'heure, tandis que, dans les essais de Grignon, par suite de la condition défavorable imposée par l'installation, elle s'est élevée à un peu plus de $0^k,900$, il est vrai que cela n'intéresse que le travail à vide ou à faible charge.

M. Ringelmann présente un graphique des essais de réception du moteur de Grignon, et montre, en même temps, *l'influence considérable de la température de l'air d'admission*. Le moteur de 6 chevaux a subi des essais à une charge de près de 9 chevaux, et la consommation de pétrole a été de $0^k,300$ par cheval et par heure à cette puissance, chiffre moins élevé que celui relevé aux essais du moteur de 4 chevaux du concours de Meaux ($0^k,347$).

Enfin M. Ringelmann termine par l'examen du rendement thermique de ces moteurs, qui est de 2 à 5 fois plus élevé que ceux fournis par les machines à vapeur de même puissance.

Le rendement thermique a une grande importance, car il indique la valeur du moteur au point de vue de la production du mélange tonnant et de son utilisation

M. A. Witz et le Dr Slaby ont d'ailleurs démontré que l'utilisation croît avec la vitesse et que les pertes par la paroi sont inversement proportionnelles à cette vitesse. Le classement des moteurs de Meaux, quoique basé sur plusieurs fonctions, était précisément celui du rendement thermique, et *ce rendement était d'autant plus élevé que la vitesse était plus grande* : c'est la double influence d'une meilleur utilisation du combustible et d'une moindre perte par les parois. D'ailleurs, est-ce qu'on ne cherche pas, dans les armes à feu, un plus grand effet utile en augmentant considérablement la vitesse initiale du piston, c'est-à-dire du projectile? La vitesse est donc importante à considérer pour un moteur à pétrole ou à gaz, et on ne peut guère concevoir un de ces moteurs mono-cylindriques, à marche lente, faisant de 100 à 120 tours par minute, comme nos locomobibles à vapeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Non seulement la machine serait plus encombrante, mais l'utilisation du combustible serait moins parfaite.

Compteur universel. — *M. Ringelmann* entretient la Société des *blocs-indicateurs* et des *blocs enregistreurs* de M. Paul Marix.

Les compteurs de toute nature, tels que compteurs horaires (pendules, horloges, montres, etc.), compteurs de tours, d'électricité, etc., etc., ainsi que les appareils enregistreurs de toutes sortes, fournissent les mesures en fonction continue, c'est-à-dire entre des limites indéterminées. Par exemple, la montre indique l'écoulement continu des heures, minutes et secondes; le compteur à gaz indique de même le débit continu des mètres cubes totaux, c'est-à-dire, depuis le commencement de sa mise en marche, jusqu'à l'instant où on le regarde.

Lorsque l'on veut obtenir la détermination d'opérations ou de phases partielles, c'est-à-dire, entre des limites nettement déterminées, l'indication et le contrôle s'obtiennent, jusqu'à ce jour, de la façon suivante : l'opérateur relève l'indication du compteur à l'origine et à la fin de la phase ou de l'opération que l'on désire mesurer, et l'on obtient, par voie de soustraction, le résultat cherché. M. *Marix* a pensé, qu'à notre époque, où l'on substitue de plus en plus les actions mécaniques aux actions individuelles, il serait intéressant d'obtenir cette détermination par des moyens mécaniques permettant l'automaticité.

Le chronographe, qui répond, dans une certaine mesure, à ce programme, donne mécaniquement l'indication de l'origine et de la fin des phases déterminées, mais les déterminations ne peuvent être obtenues par une manœuvre automatique, car les effets d'arrêt, de retour à l'origine des graduations et de remise en marche, sont solidaires d'une seule et même commande.

Les travaux de M. Marix l'ont amené à reconnaître que ce résultat ne saurait être non plus obtenu si les trois effets ci-dessus, nécessaires pour connaître l'indication et la mesure d'une opération quelconque, étaient réalisés par trois commandes distinctes. En effet, l'automaticité ne peut être réalisée que si le compteur ou l'enregistreur sont solidaires avec l'origine et la fin de l'opération.

Pour réaliser le programme ci-dessus énoncé, l'inventeur a imaginé d'adapter aux compteurs, appareils indicateurs ou enregistreurs de toute nature, deux ommandes distinctes : A et B, ayant pour objet :

La commande B, de fournir la détermination de l'origine de chaque opération; soit en inscrivant cette origine dans les appareils enregistreurs, soit en ramenant les organes indicateurs de la graduation à l'origine de la graduation, pour permettre la lecture *ab ovo* de chaque opération partielle, et cela, soit en cours de marche, soit en débloquant simultanément la manœuvre de la commande A, si elle a été préalablement actionnée.

La commande A, de fournir la détermination de la fin de l'opération, en blo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quant, calant ou débrayant le mouvement qui régit la minuterie dans les appareils compteurs, dont la marche est ainsi rendue intermittente, ou en bloquant les poinçons, stylets, etc., inscrivant la mesure des opérations dans les appareils enregistreurs à marche continue.

Les deux commandes A et B doivent être distinctes, pour pouvoir réaliser ces effets aussi bien antomatiquement qu'à la main. Elles pourront, pour certains contrôles, être rendues obligatoirement alternatives, en exerçant alternativement l'une sur l'autre une action de bloquage ou de débloquage, comme dans le bloc-système des chemins de fer. Dans ce cas, il devient inutile que la commande B indique par une marque spéciale l'origine des opérations, puisque le fait de l'alternation du tracé indique déjà cette origine.

Elles pourront exercer simultanément les mêmes effets de bloquage, sur les opérations mêmes dont elle bloquent la mesure, ou sur des opérations complémentaires. Elles pourront enfin être solidarisées avec toute sorte de sonneries, avertisseurs, ou d'opérations différentes.

M. Marix désigne sous le nom de *blocs-indicateurs* les compteurs ainsi transformés s'il ne font qu'indiquer, et sous le nom de *blocs-enregistreurs*, s'ils enregistrent les opérations partielles, ils désigne le système sous le nom de *bloc-contrôle*, pour la similitude qu'il présente avec le bloc-système.

Les deux commandes A et B peuvent être disposées directement sur les compteurs, qui deviennent des blocs-indicateurs, soit directement, soit à distance; ces appareils complémentaires devenant alors des blocs-indicateurs auxiliaires des compteurs à marche continue.

M. Ringelmann détaille et explique enfin le fonctionnement de quelques appareils-types dérivés du principe précédent, et sa description est accompagnée de quelques modèles que l'on fait fonctionner sous les yeux de la Société; compteur indicateur, compteur pour communication téléphonique, compteurs pour les voitures de place, pour les opérations et la marche des appareils industriels, etc.,

M. le Président remercie MM. Ringelmann et Marix de leur intéressante communication qui est renvoyée au Comité des Arts économiques.

M. le Président annonce que le scrutin n'ayant pas donné le nombre des votes exigé par les statuts, l'élection du Bureau pour 1895 est renvoyée à la prochaine séance qui aura lieu le 28 décembre.

Séance du 28 décembre 1894.

Présidence de *M. Tisserand*, président.

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

M. le Président déclare que le scrutin est ouvert pour l'élection du Bureau pour 1895.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Collignon, secrétaire, fait le dépouillement de la correspondance en son nom et en celui de M. Aimé Girard, retenu par une indisposition.

M. Delprat, rue du Point-du-Jour, 29, demande une annuité de brevet pour la *Navigation aérienne* à vapeur : à prélever sur les fondations Christofle et Bouillet. — Sa demande est accompagnée de deux mémoires concourant : l'un pour les deux prix de 2000 francs, proposés par la Société pour la navigation aérienne, et l'autre pour le grand prix de 12 000 francs, devant être décerné en 1895 à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française. (Arts mécaniques.)

M. H. Hervé, directeur du journal *la Revue de l'Aéronautique*, demande que l'on signale son journal dans le *Bulletin* de la Société. Il envoie les années 1892 et 1893 de ce journal, qui renferment, entre autres, un mémoire très complet de *M. Hervé* sur l'*Aéroplane Maxim*, et des études de MM. le commandant *Renard* : sur l'emploi des ballons perdus pour l'exécution des observations météorologiques; *E. Henry* : sur la forme des aérostats; *Langley* : sur le travail intérieur du vent. (Commission du *Bulletin*.)

M. Vrignault, lieutenant au 96e d'infanterie, à Lyon. — Moteur à pression d'eau : petite turbine où l'eau agit par choc. Concours pour le prix de 2 000 francs. (Arts mécaniques.)

M. Guénot, au plateau d'Avron. — Système empêchant les rencontres des trains. (Arts mécaniques.)

M. Victor Joly, à Mons-en-Barœul (Nord). — Système de garnitures pour empêcher les fuites aux tubes dans les chaudières à vapeur à tirage forcé. (Arts mécaniques.)

Le directeur du *Bulletin de l'Industrie française* demande l'échange avec le *Bulletin* de la Société. (Commission du *Bulletin*.)

M. E. Le Maire, architecte, rue des Pyramides, 18. — Nouveau système de constructions à doubles parois blindées d'acier pour les colonies. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. E. Deiss, avenue de la Pépinière, 10, à Fontenay-sous-Bois. — *De la Self Injection. Utilisation de la vapeur d'échappement des machines à vapeur.* (Arts mécaniques.)

M. H.-A. Naber. — *Critique des méthodes de mesure actuellement employées en physique et en électricité.* — *Description du voltmètre à gaz de Naper.* Une brochure en anglais, in-18, 114 p., chez C. Tucker. Salisbury court Fleet. St London. (Arts économiques.)

M. Dumas-Gardeux, 17, rue Geoffroy-l'Angevin. — *Tubes et foyers de chaudières à ailettes amovibles à dilatations libres.* (Arts mécaniques.)

M. Lévy-Samson, 58, rue de Maubeuge. — *Turbine essoreuse à fonctionnement continu.* (Arts économiques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts donne avis de l'ouverture du congrès des Sociétés savantes du 16 au 19 avril 1895 à la Sorbonne.

M. Samain, 12, rue Saint-Amand. — *Nouveau compteur d'eau pouvant servir à l'alimentation des chaudières.* (Arts mécaniques.)

M. Mallet, 30, avenue Trudaine. — *Locomotive Compound articulée.* (Arts mécaniques.)

M. E. Benier, 15, rue du Louvre. — *Moteur gazogène.* (Arts mécaniques.)

M. A. Brosseau, à Nantes. — Mémoire manuscrit, accompagné d'un dessin, sur la *Purification des eaux des rivières destinées à l'alimentation*, pour concourir au prix à décerner en 1895 pour « le meilleur procédé de purification des eaux potables ». (Arts économiques.)

MM. Maignen, 5, avenue de l'Opéra, et *G. Malleval*, de Tarare, adressent à la Société différents mémoires et appareils relatifs à ce même concours.

M. J. Littré, fabricant de sucre à Sainte-Marie (La Martinique). — Étude des ferments alcooliques : pour concourir au prix à décerner en 1895 sur cette question. (Agriculture.)

M. Hippert, à Nancy. — Deux mémoires imprimés : l'un sur la *Fabrication de la soude*, l'autre sur l'*Iode et les produits secondaires extraits du gaz des hauts fourneaux :* pour concourir au prix pour une publication sur « l'industrie chimique ». (Arts chimiques.)

Sous le pseudonyme *Nemo*, la Société a reçu un mémoire manuscrit destiné au concours ouvert pour les travaux relatifs à la *pisciculture*. Ce mémoire porte pour épigraphe : « Un jour viendra où l'on sèmera du poisson dans les rivières comme on sème le blé dans les champs (de Quatrefages). » (Agriculture.)

M. Michel (Louis, aîné), de Bourbon-Lancy. — *Rouleau à essieu articulé.* (Agriculture.)

M. Arviset, comptable, 47, rue Denfert-Rochereau, demande à la Société une première annuité de brevet pour un système d'enveloppes. (Arts économiques.)

M. H. Seguy, 53, rue Monsieur-le-Prince. — Mémoire destiné au concours sur la *Préparation industrielle de l'ozone.* (Arts chimiques.)

M. L. Bouette, 69, avenue d'Orléans. — *Nouveau tube électrostatique pour la préparation de l'ozone.* Communication destinée au même concours que la précédente. (Arts chimiques.)

Un anonyme adresse à la Société un mémoire intitulé : *Étude d'un centre industriel en France.* « La féculerie dans le département de l'Oise, » portant pour épigraphe : « Monsieur Parmentier, des hommes tels que vous, on ne les récompense pas avec de l'argent, il y a une monnaie plus digne de leur cœur; donnez-moi la main et embrassez la reine ». (Louis XVI.) (Comité du commerce.)

Étude *sur le département des Basses-Alpes*, portant pour devise : « I quite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

admit that it is an important thing to increase the produce of the land, but it is not the most important » (Lord Salisbury.) (Commerce.)

M. Coirard, à Chasseneuil (Charente). — *Mémoire manuscrit sur le Confolentais agricole*. (Agriculture.)

Correspondance imprimée. — *M. le Secrétaire* signale dans la correspondance imprimée les ouvrages suivants :

MM. L. Appert et *J. Henrivaux*. — Deux ouvrages très importants : *Verre et Verrerie*, 1 vol. in-8, avec atlas, 460 pages de l'Encyclopédie industrielle de M. Lechalas, publiée par Gauthier-Villars (1894); et : *La Verrerie depuis* 20 *ans*, 1 vol. in-8, Paris, Bernard (1894). Remerciements et renvoi à la Commission du *Bulletin*.

Du *ministère de l'Agriculture. Annales de l'Institut National agronomique*, n° 13, années 1888 à 1891.

De la *Société industrielle d'Amiens. Programme des cours gratuits*.

De la *Smitsonian Institution* (Washington). Les *Annual Reports* pour 1891 et 1892. 2 vol. in-8, 866 et 615 pages.

M. le Président adresse les remerciements de la Société aux donateurs de ces publications, qui seront déposées à la bibliothèque.

Nomination d'un membre du Comité des Constructions et Beaux-Arts. — *M. le Président* ouvre le scrutin pour la nomination d'un membre du conseil. (Comité des Constructions et Beaux-Arts.)

M. S. Pector, ayant obtenu l'unanimité du suffrage, est proclamé membre du Comité.

Communications. — *M. Émilio Damour* fait une communication sur les recherches effectuées, suivant le programme que lui avait tracé le Comité des Arts chimiques, dans le domaine de l'industrie céramique.

Le sujet proposé à son étude était double : 1° *Influence des atmosphères plus ou moins oxydantes ou réductrices sur les colorations, par le fer et le cobalt, des pâtes et des couvertes de porcelaines*. — 2° *Mesure de la dilatation des pâtes et des couvertes*. L'auteur limite sa communication à la première partie, qu'il a seule étudiée, remettant à l'année 1895 la suite de ses recherches.

L'auteur donne d'abord la description de l'appareil au moyen duquel il a pu réaliser ses expériences et préciser avec sûreté et exactitude les conditions de chaque opération. Le principe en est très simple. De petites plaques de la porcelaine à étudier : pâte colorée sous couverte incolore, ou pâte blanche sous couverte colorée, sont placées dans un tube de porcelaine chauffé à 1 400° : température moyenne des fours de porcelaines, et l'on fait circuler lentement, dans ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tube, le mélange gazeux oxydant ou réducteur dont on veut étudier l'effet sur les couleurs. Ce courant de gaz est obtenu au moyen d'un réservoir d'acide carbonique liquide donnant un débit régulier de gaz, qui, au moyen d'une fourche de distribution, est bifurqué et envoyé : 1° en partie dans un tube de porcelaine contenant du charbon de bois chauffé au rouge, qui le transforme en oxyde de carbone; 2° en partie directement à un tube à trois voies, qui réunit les deux courants : il suffit évidemment de régler l'intensité du débit de part et d'autre pour avoir un mélange $\frac{CO}{CO^2} = \frac{m}{1}$ de composition constante et connue.

La réalisation pratique de l'appareil ainsi conçu n'est pas aussi simple que l'énoncé du principe, et l'auteur, passant successivement en revue les principaux organes qui le constituent, indique brièvement les difficultés qu'il a rencontrées.

Les plaquettes des épreuves sont fabriquées par compression dans un moule de bronze; les pâtes et couvertes sont colorées par des sels solubles des métaux précipités de leurs dissolutions par des réactifs volatils : ammoniaque, ou oxalate d'ammoniaque, suivant une méthode due à *M. Vogt;* les plaquettes sont ensuite dégourdies, puis enduites de la couverte par les procédés habituels.

Pour la circulation du mélange gazeux réducteur, le débit régulier d'acide carbonique est assuré par un robinet à pointe de construction très soignée, construit par *Golaz*, et le dosage de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone est obtenu d'une façon très satisfaisante en faisant barboter les deux gaz dans des éprouvettes à pied contenant de l'acide sulfurique, puis en comptant les bulles de part et d'autre, et en réglant les débits à l'aide de robinets à pointe intercalés sur chaque circuit.

Le chauffage des tubes qui, dans l'état actuel de l'outillage des laboratoires, présente les plus grandes difficultés, n'a pu être obtenu qu'au moyen d'un four à récupération construit spécialement sur les indications de l'auteur par *M. Lequeux*, et dérivant du four Mermet et du four Perrot modifié, présenté récemment à la *Société d'Encouragement*. Tandis que le four Mermet ne donne que 1 100°, le nouveau four atteint facilement 1 250°; et, si l'on y adjoint une soufflerie, il peut donner les températures de 1 400° et même 1 450°, nécessaires aux présents essais.

Le contrôle de l'appareil et les mesures sont fournis : pour les températures, par le pyromètre de *M. Le Chatelier;* pour les analyses du mélange gazeux, par la burette *Bimte*, et aussi par la burette à densités de gaz de *M. Meslan,* placée à la sortie de l'appareil.

L'auteur présente ensuite l'ensemble de son appareil, dont il explique le fonctionnement, et montre comment il se prête à toutes les recherches sur les colorations dans des courants gazeux quelconques.

Les premières études ont porté exclusivement sur le *fer et le cobalt;* elles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont été poursuivies à la fois sur la pâte nouvelle de Sèvres, les pâtes de Vierzon et Limoges, sur les couvertes correspondantes, et accessoirement sur le borate de zinc. Bien que n'étant que la première étape d'une série de recherches analogues, elles ont déjà donné quelques résultats intéressants, que l'auteur présente sous forme d'une collection de plaquettes de nuances très variées, obtenues seulement par les deux métaux : *fer*, *cobalt*.

Le cobalt, avec toutes les pâtes, donne du bleu ; ce bleu est plus ou moins vif, suivant que l'atmosphère est oxydante ou de plus en plus réductrice. Exceptionnellement, on a pu obtenir un beau noir ; mais cela, dans un courant d'oxyde de carbone presque pur, et avec la pâte et la couverte de Sèvres uniquement. Il n'y a donc pas, de ce côté, de résultats très intéressants, étant donné la difficulté d'obtenir de telles atmosphères dans l'industrie. — Pour le fer, les résultats sont plus remarquables : dans les couvertes, ce métal peut donner des colorations variées, surtout dans les tons bleu verdâtre, assez semblables au céladon des Chinois. Il suffit, avec la couverte de Sèvres à 2 p. 100 de fer, de 10 p. 100 de carbone pour obtenir cette nuance, qui se maintient dans des gaz très réducteurs. Les autres couvertes ne donnent pas facilement le céladon, et ont plutôt tendance à se décolorer dans une atmosphère réductrice.

Pour les pâtes, les nuances sont également variées, et parfois jolies, mais le fait le plus intéressant est la possibilité de décolorer d'une façon complète une porcelaine contenant jusqu'à 2 p. 100 de fer en la cuisant dans une atmosphère tenant 20 p. 100 d'oxyde de carbone. Ce phénomène est surtout manifeste sur la pâte de Vierzon.

Un troisième résultat, mis en évidence par les expériences, est l'influence de la composition des pâtes et couvertes sur leur coloration : les trois pâtes essayées ont, en effet, donné constamment des nuances différentes dans des conditions de cuisson identiques.

L'auteur termine en montrant l'utilité pratique que peuvent présenter ces divers résultats au point de vue de l'industrie céramique : il pense donc qu'il y aurait intérêt à poursuivre et préciser ces études sur le fer, et, se proposant de les continuer, il promet à la *Société d'Encouragement* de la tenir au courant de ses recherches.

M. le Président remercie *M. Emilio Damour* de sa très intéressante communication, qui sera renvoyée au Comité des Arts chimiques.

Nomination du bureau. — *M. le Président* proclame les résultats suivants des élections du Bureau pour 1895 ;

Président : M. Mascart. *Vice-présidents :* MM. Appert, Carnot, Cheysson et Laussedat. *Secrétaires :* MM. Collignon et Girard. *Trésorier :* M. Goupil de Préfeln. *Censeurs :* MM. Legrand et Bordet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ALLOCUTION DE M. LE PRÉSIDENT. — Après la nomination du nouveau Bureau, *M. Tisserand* prononce l'allocution suivante :

Messieurs et chers Collègues,

Avant de quitter le fauteuil de la Présidence, je tiens à vous témoigner, encore une fois, ma profonde gratitude pour l'insigne honneur que vous m'avez fait en m'y appelant et en m'y maintenant pendant tout le temps que nos statuts le permettent.

Je vous remercie de la bienveillance que vous n'avez cessé de me témoigner, et qui m'a rendu aussi facile qu'agréable l'accomplissement de mon mandat près de vous, et je crois être l'interprète de mes collègues du Bureau qui se retire en joignant aux miens leurs remerciements.

J'ai pu me rendre compte, mes chers Collègues, de l'importance de la mission qui est échue à notre grande Société dans la marche et l'évolution progressives de l'industrie et de tous les arts de la paix.

J'ai pu admirer, et je vous le dis sans emphase, la sûreté de vue de vos rapporteurs, le calme de vos délibérations, la courtoisie de vos relations, le zèle et le dévouement de tous les membres du Conseil, toutes les fois qu'il s'est agi des intérêts d'une quelconque des branches de l'Industrie et de l'Agriculture.

A une époque où tout se fait en quelque sorte fiévreusement, où la vapeur, l'électricité et la chimie ont accru les forces et les moyens d'action mis à la disposition de l'homme dans d'énormes proportions; dans un temps où les problèmes sociaux et économiques se pressent si ardus, si nombreux, si difficiles à résoudre, les recherches se multiplient forcément, les découvertes succèdent aux découvertes, amenant des transformations profondes dans l'outillage industriel et parfois des perturbations inquiétantes dans les rapports internationaux; les bornes de l'horizon de l'inconnu reculent de plus en plus, aussi la sphère de notre action s'étend-elle de jour en jour en même temps que les difficultés grandissent...

Il vous appartient, mes chers Collègues, il appartient à une grande Société comme la nôtre de travailler de plus en plus pour montrer la bonne voie, la vraie voie à suivre dans la lutte pour la vie de nos industries, pour indiquer les progrès à réaliser, provoquer les recherches, au besoin pour les instituer, pour encourager les efforts, relever les courages, inspirer à tous la foi en l'avenir de notre puissance industrielle et conserver à notre chère patrie, sinon à l'élever encore, le rang qu'elle occupe dans les sciences appliquées.

Cette tâche, mes chers Collègues, est lourde sans doute; elle exige, à raison des conditions nouvelles de la vie des peuples, de nouveaux et grands efforts, mais elle n'est pas au-dessus de vos forces, et je suis persuadé que le nouveau

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bureau, auquel je souhaite la bienvenue, saura vous aider à la remplir, à la satisfaction du pays et au grand profit de l'Agriculture et de l'Industrie.

C'est là mon vœu le plus cher. (*Applaudissements.*)

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 10 heures et demie.

BIBLIOGRAPHIE

MINEL (**Pol**), ingénieur des Constructions navales. — **Électricité appliquée à la marine**, petit in-8. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*)

Dans ce volume, l'auteur a cherché à étudier, au point de vue des applications de l'électricité qui ont été faites dans la marine, le fonctionnement des machines et des moteurs à courants continus, des accumulateurs, ainsi que le fonctionnement de l'éclairage par incandescence et de l'éclairage par arcs. Ces principes de la théorie nécessaires à cette étude ont été exposés dans deux volumes de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire* : « Introduction à l'électricité industrielle, I et II. »

Le présent ouvrage traite successivement des divers genres d'induits, des modes d'excitation et des courbes caractéristiques des machines électriques employées dans la marine.

Le fonctionnement mécanique des ensembles, moteurs et dynamos, est étudié d'une façon spéciale.

Dans les chapitres consacrés aux projecteurs, l'auteur a mis en évidence le coefficient de stabilité de l'arc, et a étudié l'alimentation isolée ou simultanée de projecteurs par des sources électriques.

L'ouvrage se termine par un projet d'installation de l'éclairage électrique d'un bâtiment, et par la description sommaire de quelques installations d'éclairage électrique à bord.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS EN 1894

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

MM.

BANQUE PÉRIER ET MERCET, rue de Provence, 59, à Paris.

BAR (Jean), manufacturier à Rantigny (Oise).

BOULET (J.), constructeur-mécanicien, rue Boinod, 33, à Paris.

CAMBON (Charles-Auguste), industriel à Sumène (Gard).

CHAMEROT (G.), imprimeur, rue des Saints-Pères, 19, à Paris.

CHAPEL, négociant, rue Caumartin, 69, à Paris.

DANTHON (Louis), manufacturier, à Laroche, près Bourganeuf (Creuse).

DESROZIERS, ingénieur-électricien, rue Condorcet, 74, à Paris.

DUCLAUX, membre de l'Institut, rue de Fleurus, 35 *bis*, à Paris.

DUCOIN (Léon), avocat à la Cour d'appel de Paris, rue Pasquier, 2, à Paris.

ELWELL, constructeur-mécanicien, avenue de Paris, à Saint-Denis (Seine).

FARAMOND DE LAFAJOLE, ingénieur des arts et manufactures, cité Vaneau, 14, à Paris.

GUILLEMIN (Georges), ingénieur des arts et manufactures, quai Saint-Michel, 19, à Paris.

MM.

LAVOLLÉE (Julien), avocat à la Cour d'appel, rue des Saints-Pères, 16, à Paris.

LEBEUF (Eugène), rue Jacquemont, 16, à Paris.

LINDER, inspecteur général des mines, rue du Luxembourg, 38, à Paris.

MAUREL (Joseph), minotier, à la Valentine (Bouches-du-Rhône).

OLIVIER (L.), directeur de la *Revue des Sciences*, rue de Provence, 34, à Paris.

PECTOR (Sosthènes), rue Lincoln, 9, à Paris.

PIAT, fondeur, rue Saint-Maur, 85, à Paris.

POLONCEAU, ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer d'Orléans, rue Villersexel, 2, à Paris.

RAVASSE, constructeur-mécanicien, rue de Crimée, 99, à Paris.

SAMAIN, ingénieur-constructeur, rue Dutot, 82, à Paris.

SCHNEIDER (Paul), rue de la Ville-l'Évêque, 32, à Paris.

SERPOLLET, ingénieur-constructeur, rue des Cloys, 27, à Paris.

SOCIÉTÉ DES CIMENTS FRANÇAIS DE BOULOGNE-SUR-MER, à Boulogne-sur-Mer.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM.

DE TIR ET DE GUERRE, rue Notre-Dame-des Victoires, 30.

TERQUEM, libraire-éditeur, boulevard Haussmann, 31 *bis*, à Paris.

TERRÉ (Maurice), ingénieur des constructions navales, boulevard Haussmann, 139, à Paris.

MM.

VAUTHIER (A.), administrateur-gérant de la Société d'Andoy-Maillard, constructeur de machines-outils, à Maubeuge (Nord).

VICQ, éditeur, quai des Augustins, 49, à Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA QUATRE-VINGT-TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(*Quatrième série. — Tome IX*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A

ALHEILIG. Résistance et construction des pièces de machines, 362.

ANDRIEU (Pierre). Le vin et les vins de fruits, 728.

ANONYME. La féculerie dans l'Oise (P), 965.

— Agriculture du département de l'Aisne (P), 856.

APPERT (L). Décoration du verre de M. ENGELMANN, 139.

— Rapport sur le procédé de décoration du verre de M. R. ENGELMANN, 472.

ARNAUD (Aimé). Extraction de la gutta-percha (P), 42.

ARTIGUES. Papier photographique velours présenté par M. DAVANNE, 93.

— Rapport de M. DAVANNE, 342.

— Procédé de photographie au charbon (méd. or), 396.

ARVISET. Système d'enveloppes (P), 965.

AVICE. (Voy. GATINE.)

B

BABLON. Engrenages de tours à fileter ; rapport de M. SAUVAGE (b), 863.

BAGS (G. T.). L'industrie des viandes refroidies en Australie, 616.

BAR (Jean). Fabrique de paillons métalliques, 96.

— Rapport de M. Ed. SIMON, 261.

— Fabrication des paillons métalliques. (méd. or), 397.

BARBÉ. (Dominique). Lampe à incandescence (P), 41.

— Bougie électrique (P), 723.

— Caoutchouc industriel (P), 956.

BASILE. Inventions diverses (P), 570.

BAUDET. Voiture à vapeur (P), 138.

BAUDIN. Moyen pour rendre les tissus ininflammables (P), 42, 217.

BAUDOIN. Électricité dans les phénomènes atmosphériques (P), 134.

BAZIN (Alfred). Projet de canal des deux mers (P), 349.

BEDSON (J. P.). Fils de fer et d'acier, 286.

BENIER (E.). Moteur gazogène (P), 965.

BERNARD (Lucien). Sommier élastique (P), 722.

BERTHIER. Avertisseur de grisou (P), 94.

— Obturateur photographique (P), 138.

BERVAS. Sur les déraillements de chemins de fer (P), 134.

BEUS. Dispositions pour appareils photographiques (P), 135.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bigot. Four à gaz céramique, 45.
— Bois de gaïac pour frottements (P), 217.
— Applications du bois de gaïac aux frottements (P), 956.
Billy (E. de). Fabrication de la fonte, 577.
Biver. Rapport sur l'élévateur de liquides de M. P. Kestner (b), 336.
Boileau. Appareils fumivores (P), 41.
Boisseure (Auguste). Ouvrier (méd. or), 411.
Bollée (Léon). Machines à calculer; extrait du rapport du général Sebert, 350.
— Machine à calculer (méd. or), 397.
Bomme (Édouard). Ouvrier (méd. br.), 411.
Bondonneau. Transporteurs hydrauliques (b), 110.
Bordet (L). Rapport sur les comptes de 1893, 310.
Bouchez. Arboriculture, la crise agricole (P), 41.
Bougier. Appareil fumivore (P), 359.
Boulanger (Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.). 411.
Boutane (Pierre). Ouvrier (méd. br.), 411.
Bovet (A. de). Appareils à adhérence magnétique (pl. b). 231; rapport de M. H. Fontaine 229.
— Touage électrique (méd. or), 397.
Brachet (Achille). Objectifs apochromatiques (P), 570.
— Diamant cristallisé (P), 723.
Branche. Machine à percer (P), 956.
Brassier. Mouvement perpétuel (P), 723.
Brenot. Étuve à désinfection, 221.
Bretonneau. Musette automatique pour chevaux (P), 216.
Brochet (Antoine). Ouvrier (méd.br.), 411.
Brosseau (A.). Mémoire sur la purification des eaux (P), 965.
Bouette (L.). Tube pour la préparation de l'ozone (P), 965.
Bruneteau (M ᵉ Julie). Ouvrière (méd. br.), 412.
Brüll (A.). Notice nécrologique sur M. Paul Lemonnier, 634.
Burg (Ch.). Récipients en acier sans soudure pour les gaz comprimés, 127.

C

Cambon (Charles). Proposition de l'unification de la jauge des métiers à tricots; rapport de M. J. Imbs, 109.
— Allumeur-extincteur de gaz (P), 94, 134.
— Appareil pour éviter les accidents de fabriques (P), 216.
— Mécanisme pour faire fonctionner à distance les signaux (P), 359.
— Arrêt protecteur; rapport de M. Ed. Simon (b), 729.
— Arrêt protecteur; rapport de M. Ed. Simon (b), 729.
Cancel (Henri). Trousse à cartouche (P), 94.
Cariol. Moteur hydraulique (P), 956.
Carpentier. Rapport sur l'orgue céleste de Victor Mustel et ses fils, 12.
Carreau (André). Ouvrier (méd. br.), 412.
Caspari (E.). Les chronomètres de marine, 726.
Cayrol. Moteur hydraulique (P), 138.
Chaillou de Létang. Exploitation des lais de mer (P), 856.
Champiot. Ferrures pour chevaux (P), 216.
Chapel. Prix des Arts chimiques; rapport de M. A. Girard, 385.
Chappuis (Claude). Ouvrier (méd. br.), 412.
Chapsal. Modérateur pour frein à air (P), 44.
Charbonnier (Étienne). Ouvrier (méd. br.) 412.
Cheminard (Léon). Plan de Paris, châssis pour jardinage (P), 89.
Chessebeuf. Vélocipède à levier (P), 956.
Coirat (Claude). Ouvrier (méd. br.), 412.
Colas. Fermeture de table à manger (P, 359.
Coret. (Auguste). Pli cacheté : projet de vélocipède, 292.
— Thermomètre médical (P), 359, 956.
— Pli cacheté; niveau, 855.
Corthell. Proposition pour la création

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une institution internationale (P), 722.
Cote (C.). Moteur perpétuel (P), 573.
Croneau (A.). Construction du navire, 225.

D

Dalloz. Dynanomètre (P), 349.
Daly (César). Décès, 89.
Damour (Emilio). Fabrication mécanique des bouteilles, 422.
— Recherches sur l'industrie céramique, 966.
Dantzer. Pressoir continu (P), 722.
Das (Albert). Modèle de chemise (P), 722.
Dauchet (Louis). Prix Fourcade; rapport de M. A. Girard, 378.
Davanne. Images anaglyphes de M. Ducos de Hauron, 92.
— Papier photographique velours de M. Artigues, 93.
— Rapport sur l'appareil chronophotographique de M. A. Londe, 269.
— Rapport sur le papier velours de M. A. Artigues, 342.
— Rapport sur les images anaglyphes de M. Ducos de Hauron, 475.
Debergue. Réclamation au sujet des briques de porcelaine présentées par M. Mouret, (P), 292.
Debrie. Nouvelle serrure (P), 723.
Decazes (Vicomte de). Frottement dynamique, navigation aérienne (P), 41.
Defoy. Application de l'électricité pour le dressage des chevaux (P), 573.
Deiss (E.). Utilisation de la vapeur d'échappement (P), 964.
Delacroix (Dr). Maladies de la vigne, 573.
Delanger (Auguste). Contremaître (méd. br.), 412.
Delangle (Firmin). Produits alimentaires (P), 855.
Delaurier. Navigation aérienne (P), 216.
— Appareil pour clarifier les eaux (P), 217.
— Monocycle à balancier (P), 359.
— Lettre sur la destruction du grisou (P), 570.
Delcroix. Règle topographique (P), 216.
Delpeyrou (Aristide) et Rousselin (Joseph). Pompes à soufflet (P), 370.
Delprat. Navigation aérienne (P), 292, 964.
Demay (François). Contremaître (méd. br.), 413.
Denis (Édouard). Pli cacheté : mode d'emploi de l'énergie calorifique, 95.
Denys. Eaux de fabrique de cellulose (P), 292.
Destruel et Sarthou. Arrêt automatique des trains (P), 216.
Détourbe. Masque respirateur. (Voy. Mamy.)
Détroye. Masque respirateur. (Voy. Mamy.)
Depping (Guillaume). Première exposition des produits de l'industrie française, 100.
Digeon (J.). Dynanomètre hydrostatique; rapport de M. Hirsch (b), 323.
— Ensemble de ses travaux (méd. or), 398.
— Appareil dynamométrique; rapport de M. J. Hirsch (b. pl.), 583.
Domart (Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.), 413.
Douine (Louis). Ouvrier (méd. br.), 413.
Dronier (Pierre). Navigation aérienne (P), 723.
Duchemin. Procédés de culture et d'irrigation en Indo-Chine, 297.
Ducos de Hauron (L.). Images anaglyphes présentées par M. Davanne, 92.
— Images anaglyphes (méd. arg.), 403.
— Images anaglyphes rapport de; M. Davanne, 475.
Dulac. Foyer fumivore; rapport de M. G. Richard (b), 32L.
— Prix des arts mécaniques; rapport de M. G. Richard, 380.
Dumas-Gardeux. Tubes de chaudières à ailettes (P), 964.
Dunlap. Fabrication de la poudre de bronze. 131.
Duquesnay. Résistance des matériaux, 52.
Duquesne. Fabrication des étoffes par effet de chaîne, extrait du rapport de M. Ed. Simon, 951.
— Fabrication des étoffes par effets de chaîne (P), 855.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DURAND (Ch.). Géologie des Vosges, industries minérales (P), 956.
DURNOY-BLEZ. Cave économique (P), 570.
DURVELLE (J.-P.) Fabrication des essences et parfums, 144.
DUSERT et EPÊCHE. Surchauffeur de vapeur construit par M. H. SATRE; rapport de M. J. HIRSCH (b), 57.
DUTAUR. Machine hydraulique (P), 138.
DWELSHAUVERS DERY et JULIEN WEILER. A propos du referendum, par M. G. RICHARD, 28.
— Lettre, 223.
— Étude dynamique de la machine à vapeur, 728.

E

ECKHOUT. Gutta-percha et caoutchouc (P), 139.
ENGELMANN (Robert). Décoration du verre; présentation de M. APPERT, 139.
— Décoration du verre (méd. arg,), 403.
— Procédé de décoration du verre; rapport de M. L. APPERT, 472.
EPÊCHE. (Voy. DUSERT.)
EPRY (Louis). Ouvrier (méd. br.), 313.
EYNARD (Louis). Acier spécial (P), 349.

F

FAGOT. Rapport sur les primes d'honneur en Meurthe-et-Moselle (P), 956.
FARAMOND DE LA LAFAJOLE. Moteur à huile lourde de pétrole (P), 41.
— Moteurs à pétrole Priestman (P), 723.
FAUCHEUR (Edmond). « L'industrie linière »; rapport de M. G. ROY, 77.
— Histoire de l'industrie linière (méd. pl.), 402.
FAVRE. Chromatoscope (P), 139, 723.
FENWICK frères. Machines à écrire (P), 138.
FISCH (A.). La photographie au charbon et ses applications, 50.
FLEURANT (E.). Emploi rationnel des houblons en brasserie, 32.
— Influence des matières salines dans les eaux de brasserie, 78.
FONTAINE (H.). Rapport sur les appareils à adhérence magnétique de M. DE BOVET, 229.
FONTAINE. Hamac-selle-échelle pour incendies (P), 855.
FOUGEIROL (Ed.). Bimétallisme (P), 855.
FOUQUE et POLIN. Appareils économiques (P), 216.
FOURCAULD (de). Images anaglyphes, 572.
FOURET. Rapport sur les comptes de l'exercice 1893, 301.
FROMHOLT (Félix). Outils diamantés (méd. pl.), 402; rapport de M. A. TRESCA (b. pl). 457.
FUCHS et DE LAUNAY. Traité des gîtes métallifères; prix des arts mécaniques; rapport de M. JORDAN, 385.

G

GAILLARD (Mme Hortense). Ouvrière (méd. br.), 414.
GARÇON (J.). La pratique du teinturier (P), 956.
GAROLA. Les céréales (P), 856.
GATELLIER. Carte des environs de la Ferté-sous-Jouarre (P), 217.
GATINE et AVICE. Pli cacheté : remède antiphylloxérique, 135.
GAVRELLE (Charles). Cryptographe chiffreur; rapport de M. le général SEBERT (b), 71.
— Appareil cryptographique (méd. arg.), 404.
GELLIT. Filet ascenseur pour incendies (P), 722.
GIRARD (Aimé). Rapport sur le prix Fourcade, 378.
— Rapport sur le prix des arts chimiques, 385.
— Rapport sur l'appareil de concentration de l'acide sulfurique de M. Kessler (pl), 588.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GIRARD (A.). Étude comparative des résultats fournis, dans le chauffage des appartements par les poêles mobiles à anthracite et par les poêles à gaz, 625.
GIBBINS. (Voy. HADFIELD.)
GOBILLE. (Paul). (Voy. PION.)
GOTTELMANN. Balance trieuse automatique (P), 723.
— Balance trieuse; extrait du rapport de M. ED. SIMON, 958.
GOULAS. Bateau à disques propulseurs (P), 956.
GOURDON (Florentin). Ouvrier (méd. br.), 414.
GREIL. Machine hydraulique à vapeur (P), 216.
GRIMAL. Wagon pour routes (P), 134.
GRIVEAUX. Machine à vapeur (P), 858.
GRUNER (E.). Rapport sur l'ouvrage de M. MARIUS VACHON intitulé « l'Exposition industrielle et artistique de Saint-Étienne », 344.
GUENEZ. Décoration céramique au feu de moufle, 51.
GUENIN. Pédagogie agronomique (P), 292.
GUÉNOT. Système empêchant les rencontres de trains (P). 964.
GUERRY (Barthélemy). Ouvrier (méd. br.), 414.
GUGLIELMINETTI (Angelo Nestore). Navigation aérienne (P), 722.
GUICHARD (E.). Levier automatique, 570; rapport de M. TRESCA (b), 861.
GUICHARD (P.). Précis de chimie industrielle, 226.
GUILLAUMIN (Pierre). Ouvrier (méd. br.), 414.
GUINTRAND (Marius). Ouvrier (méd. br.), 414.
GUYOT. Trappe-récipient pour ventilation (P), 722.

H

HACHE. Décès, 722.
HADFIELD et GIBBINS. A shorter warking day (P), 858.
HAINCQUE DE SAINT-SENOCH. Développement du papier photographique de M. ARTIGUES, 94.
HALPHEN (G.). Couleurs et vernis, 726.
HATON DE LA GOUPILLÈRE. Lettre au Président de la Société, 89.
HAUNAY. Mémoire sur la métallurgie du plomb (P), 723.
HÉLOUIS. Charbon antiphylloxérique, 46.
HEMPEL. (Voy. WALTHER.)
HÉNOT (Pierre). Contremaître (méd. br.), 415.
HENRIOT. Machine à peler les pommes de terre (P), 723.
HÉRENG. Multiplicateur pour vélocipèdes (P), 723.
HERSCHER (Charles). Décès, 89.
HERVÉ (H.). Revue de l'Aéronautique, 964.
HEUBERT. Compteur horokilométrique (P), 956.
HIPPERT. Fabrication de la soude et produits secondaires extraits du gaz de hauts fourneaux (P), 965.
HIRSCH (J.). Rapport sur le surchauffeur de vapeur DUSERT et EPÊCHE construit par M. H. SATRE (b), 57.
— Rapport sur l'application des générateurs Serpollet à la traction des voitures (b), 101.
— Rapport sur le dynamomètre hydrostatique de M. DIGEON (b.), 323.
— Rapport sur l'appareil dynamométrique de M. DIGEON (b. pl.), 583.
HONORÉ. Défense nationale (P), 94.
— Voitures sahariennes (P), 138.
— Brevets pour système de vélocipède (P), 349.
— Moteurs détonants (P), 359.
— Compagnie universelle de navigation aérienne (P), 573.
— Navigation aérienne (P), 722.
HUMBERT. Entonnoir automatique (P), 855.

I

IMBS (Joseph). Rapport sur la proposition de M. Ch. CAMBON sur l'unification de la jauge des métiers à tricots, 109.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J

JAMIN (Léon). L'enseignement professionnel du menuisier (P), 858.
JANNETAZ (Paul). Renseignements sur les jauges (P), 858.
JOLY (Victor). Essoreuse continue (P), 956.
— Système pour empêcher les fuites de vapeur (P), 964.
JORDAN (S.). Rapport sur le prix des arts chimiques, 381.
JOUTEL (Joseph). Ouvrier (méd. br.), 415.
JOYANT (Victor). Système pour arrêter les trains (P), 216.

K

KAYSER. Maladie des vins, 97.
— Méd. com., 406.
KELVIN (Sir WILLIAM THOMSON, lord). Rapport de M. MASCART sur ses titres à la grande médaille des arts économiques, 375.
KESSLER. Concentration de l'acide sulfurique (méd. or), 399.
— Appareil de concentration de l'acide sulfurique ; rapport de M. A. GIRARD (pl), 588.
KESTNER (Paul). Élévateurs de liquides; rapport de M. BIVER (b), 336.
— Élévateurs de liquides (méd. arg.), 404.
KIFFEURT (Mme Élisa). Ouvrière (méd. br.), 415.
KLEIN (Michel). Contremaître (méd. br.), 415.
KUGLER, Remplissage des bouteilles (P), 723.

L

LABOLLE. Inventions diverses (P), 956.
LABORDE. Montage des lits (P), 420.
LACHAUME. Alésoir extensible (P), 359.
LAFORESTERIE. Propulseur pour la navigation (P), 722.
LAFOSSE. Machine fixe (P), 216.
LAMARD (Augustin). Récepteur d'alimentation pour moteur (P), 89.
LANCRENON. Méd. com., 406.
LANGUET. Drague marine à succion (P), 956.
LASSALLE (Jean). Ouvrier (méd. br.), 415.
LAUNAY (de). Statistique de la production métallifère, 225.
— (Voy. FUCHS.)
LAVAIL (François). Contremaître (méd. br.), 416.
LAVAL. Turbine à vapeur, par M. SCIAMA, 355.
LE CHATELIER (A.). Rapport sur le prix des arts chimiques, 387.
LECOQ (Charles). Contremaître (méd. br.), 416.
LE LOUTRE. Appareil protecteur des trains (P), 572.
LE MAIRE (E.). Constructions blindées (P), 964.
LEMONNIER (Paul). Notice nécrologique par M. BRULL, 634.
LEPOIX. Pendule à boules sans ressorts (P), 855.
LEROUX. Ampélographie des cépages indigènes de l'Afrique française (P), 217.
LEROY. Appareil chronophotographique collaboration (méd. arg.). (Voy. LONDE, 404).
LEROY. Couronne hydraulique (P), 855.
LÉVÊQUE. Sauvetage dans les incendies (P), 94.
LE VERRIER (Urbain). État actuel de l'industrie de l'aluminium, 364.
— Méd. com., 406.
LÉVY-SAMSON. Turbine-essoreuse (P), 964.
LEWAL. Méthode de fabrication industrielle du diamant (P), 135.
LEZÉ (R). Filtration des liquides, 221.
— Méd. com., 406.
LIGIER (Émile). Contremaître (méd. br.), 416.
LINDE (C.). Machines frigorifiques (b), 277.
LIPPMANN (G.). Photographie des couleurs, par MM. LUMIÈRE frères, 346.
LITTRÉ (J.). Études des ferments alcooliques (P), 965.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LONDE (Albert). Appareil chronophotographique, 90.
— Appareil chronophotographique (b), 271; rapport de M. DAVANNE, 269.
— Appareil de chronophotographie (médor), 399.
LORILLEUX (Ch.). Pli cacheté; fabrication des noirs de fumée, 855.
LORSONNEUR (Mme Marie). Ouvrière (méd. br.), 416.
LOUVRIÉ (Henri). Ouvrier (méd. br.), 417.
LUCE. Navigation aérienne (P), 41.
LUGRIN (François). Le repeuplement des rivières et étangs (P), 41.
LUMIÈRE (frères). Note sur la photographie des couleurs de M. G. LIPPMANN, 346.

M

MAIGNEN et G. MALLEVAL. Sur la purification des eaux (P), 965.
MAIRESSE. Procédé de fabrication de l'alumine (P), 723.
MALHERBE. Table chirurgicale (P), 956.
MALLET. Locomotive compound articulée (P), 965.
MALLEVAL (Georges). Appareil à filtrer (P), 858. (Voy. MAIGNEN.)
MAMY (Henri). Masque respirateur, 571.
— Compte rendu du concours ouvert par l'association des industriels contre les accidents du travail pour la création d'un bon type de masque respirateur (b), 595.
MARCHENA (R. de). Machines frigorifiques, 361.
MARIX (Paul). (Voy. RINGELMANN.)
MARMY (Charles). Moteur à vapeur (P), 134.
MARSAIS (Georges). Une société coopérative de consommation en France, 351.
MARTIN (F.). Nouvelle bicyclette (P), 956.
MARTIN (Henri). Essais d'un générateur à vapeur (P), 722.
MASCART. Rapport sur les titres de lord KELVIN à la grande médaille des arts économiques, 375.
MAZARS (Auguste). Ouvrier (méd. br.), 417.
MEUNIER. Moissonneuse-javeleuse (P), 956.
MICHEL. Rouleau essieu articulé (P), 956.
MICHOTTE (Félicien). Traité de la ramie, rapport de M. Ed. SIMON, 65.
— Machine à décortiquer les textiles (P), 420.
— Traité de la ramie (méd. arg.), 404.
MILLET (Félix). Bicycle automobile (P), 855.
MINEL (P.). Régularisation des moteurs des machines électriques, 727.
— Électricité appliquée à la marine, 970.
MINISTRE DE L'AGRICULTURE. Subvention de dix-huit cents francs accordée à la Société, 349.
MODOT (Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.), 417.
MONTREUIL (Ch.). Distribution par tiroirs rotatifs (P), 723.
MORCRETTE (Alfred). Machine à graver (P), 41.
MORICE (A.-J.). Culture et engrais de la vigne (P), 723.
MORVONNAIS (de la). Économie rurale de la Bretagne (P), 292.
MOURET. Briques en porcelaine, 136.
— Réponse aux observations de M. DEBERGUE (P), 572.
MUSTEL (Victor et ses fils), Orgue célesta; rapport de M. CARPENTIER, 12.

N

NABER (H.-A.). Voltmètre à gaz (P), 964.
NEMO. Mémoire sur la pisciculture (P), 965.
NEU. Perforatrice électrique (P), 134.

O

OSMOND. Analyse micrographique des aciers, 860.

P

PAGNOUL. Prix d'agriculture; rapport de M. RISLER, 388.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PARRY (Joseph). Distribution de la force motrice à Liverpool, 608.
PASSEREAU (Louis). Ouvrier (méd. br.), 417.
PAULTIER (Léon). Moteur constant (P), 570.
PÉRAUX. Abaques divers (P), 41.
PERRIAUX (Armand). Frein de chemin de fer (P), 89.
PETIT (Louis). Contremaître (méd. or), 417.
PIERRE (colonel). Extrait de rapport sur un système de tension de M. ROULLOT, 957.
PIERRON (Alfred). Moteur hydraulique (P), 138.
PILARD (Antoine). Ouvrier (méd. br.), 417,
PILLET. Le dessin industriel (P), 956.
PION (Ernest) et Paul GOBILLE. Vente et achat du bétail vivant, 48.
PIQUET (Jean-Baptiste). Ouvrier (méd. br.), 418.
POLIN. (Voy. FOUQUE.)
PONCET (Antoine). Ouvrier (méd. br.), 418.
PRENEL (Albert). Compteur kilométrique (P), 134.
PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ. Allocution, 40, 969.
— Discours prononcé à la séance générale du 22 juin 1894, 366.
PRÉSIDENT de la Chambre de Commerce de Cherbourg, exportation du beurre (P), 292.
PRUDHOMME. Teinture et impression, 363

Q

QUENTIN. Brûleur à pétrole (P), 292.

R

RAMONT. Appareil à distiller (P), 723.
REGNOUX (Julien). Ouvrier (méd. br.), 418.
RICHARD (Gustave). La mécanique générale à l'Exposition de Chicago (b), 20, 159, 477, 638, 733, 866.
— A propos du referendum des ingénieurs, 28.
— Rapport sur le foyer fumivore de M. DULAC (b), 326.
RICHARD (G.). Rapport sur le prix des arts mécaniques, 380.
RIGAUX. Les terrains de Savoie (P), 41.
RINGELMANN. Méd. com., 406.
— Compteur universel, de M. P. MARIX, 962.
— Essais de moteurs à pétrole, 958.
RISLER. Rapport sur le prix d'agriculture, 388.
ROBERT (Joseph). Ouvrier (méd. br.), 418.
ROBERTS AUSTEN. Prix des arts chimiques ; rapport de M. H. LE CHATELIER, 387.
ROGER. Procédé de mouture (P), 292.
ROULLOT. Fil d'acier pour vélocipède (P), 723.
— Système de tension ; extrait du rapport du colonel PIERRE, 957.
ROUSSELIN (Joseph). (Voy. DELPEYROU.)
ROUSSET (Pierre). Ouvrier (méd. br.), 418.
ROUSSIN. Décès, 215.
ROUX (Joseph). Pédale pour tours (P), 573.
ROY (Gustave). Rapport sur l'ouvrage de M. ED. FAUCHEUR, intitulé « l'Industrie linière », 77.
— Rapport sur le prix du commerce, 392.

S

SABATOU. Arrêt des trains de chemins de fer (P), 723,
SALOMON (Louis). Masque respirateur. (Voy. MAMY.)
SAMAIN. Compteur d'eau (P), 964.
SANNIER (Louis). Ouvrier (méd. br.), 419.
SARTHON. (Voy. DESTRUEL.)
SATRE (Henri). Surchauffeur de vapeur système DUSERT et EPÊCHE ; rapport de M. J. HIRSCH (b), 57.
— Surchauffeur de vapeur (méd. arg.), 404.
SAUVAGE. Rapport sur le résultat des propositions faites à la Société sur les différents systèmes de filetages (b), 145.
— Rapport sur l'unification des filetages et des jauges de tréfilerie (b), 311.
— Rapport sur les engrenages de tours à fileter de M. BABLON (b), 863.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Savre. Agriculture du Cantal (P), 723.
Schabaver (F.-J.), Construction de machines; rapport de M. A. Tresca, 469.
— Construction de machines (méd.or),400.
— Projet de laboratoire mécanique (P), 570.
Schlœsing fils. Expériences sur les propriétés hygroscopiques des fibres textiles (méd. arg.), 405.
Schmidt. Chronographe (méd. arg.), 405.
Schœffer (François). Ouvrier (méd. br.), 419.
Schribaux. Cultures améliorées, 141.
— Méd. com., 406.
Sciama (G.). Turbine à vapeur de Laval, 355.
— Méd. com., 406.
Sebert (Général). Rapport sur le cryptographe chiffreur de M. Cu. Gavrelle (b), 71,
— Extrait de rapport sur les machines à calculer de M. Léon Bollée, 350.
Seguy (H.). Préparation de l'ozone (P), 965.
Serpollet. Chaudière à vapeur instantanée, 43.
— Application des générateurs Serpollet à la traction des voitures; rapport de M. Hirsch (b), 101.
— Générateur à vaporisation instantanée (méd. or), 400.
Serullas. Note sur la gutta-percha (P), 42.
Serveaux. Allumoir automatique (P), 41.
Simmelbauer. Masque respirateur. (Voy. Mamy.)
Simon (André). Traduction du traité de la bonneterie de Franz Reh (méd. or), 401.
Simon (Édouard). Rapport sur le traité de la ramie de M. F. Michotte, 65.
— Rapport sur la manufacture de paillons métalliques de M. Jean Bar, 261.
— Rapport sur l'arrêt protecteur de M. Ch. Cambon (b), 729.
— Extrait de rapport sur la fabrication des étoffes par effet de chaîne de M. Duquesne, 958.
Simon (Ed.). Extrait de rapport sur la balance trieuse de M. Gottelmann, 958.
Simon et ses fils. Fabrication des cidres et poirés (P), 724.
— Rapport sur l'arrêt protecteur de M. Cambon (b), 729.
Société d'Agriculture de l'arrondissement de Meaux, prix d'agriculture; rapport de M. Risler. 388.
Société néerlandaise pour le progrès de l'industrie; prix offert pour l'année 1894, 133.
Solvay (Alfred). Décès, 135.
Sorel (E.). La rectification de l'alcool, 362.
Streiff. Pli cacheté : coloration des vernis gras, 95.
Suter (Gerold). Engrenage différentiel (P), 216.
Swann (James V. S.). Importation des bœufs (P), 572.

T

Taif (Elie). Machine à mouvement continu (P), 349.
Tellier. Machines frigorifiques (P), 855.
Tessier. Peinture à la détrempe vernie, 421.
Thomas. Pneumatiques pour bicyclettes (P), 216.
Thouvenin. Phonotélémètre, 856.
Thumont (Victor). Ouvrier (méd. br.), 419.
Touche (de la). Moteur thermique (P), 94.
Tresca (A.). Rapports sur les outils diamantés de M. Fromholt (b. pl), 457.
— Rapport sur les travaux de M. Schabaver, 469.
— Rapport sur le levier automatique de M. E. Guichard (b), 861.
Trouvé (G.). Nouveau système de pêche (P), 956.

U

Ucciani. Pli cacheté; système pour amortir le choc des trains, 855.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

V

Vachon (Marius). Ouvrage sur l'Exposition de Saint-Étienne ; rapport de M. E. Gruner, 344.

— L'Exposition industrielle et artistique de Saint-Étienne (méd. or), 401.

Valino (Jean). Moteur auto-hydraulique (P), 723.

Vallot (G.). Observatoire du Mont-Blanc, 296.

Vareillas. Bidon en fer-blanc (P), 292.

Vernisy (Toussaint). Ouvrier (méd. br.), 419.

Vidal (Léon). Musée photographique (P), 135.

— Projet de musée photographique (P), 349.

Vieille. Rapport sur l'ouvrage de M. Daniel : « Les explosifs, le grisou et les poussières de houille », 267.

Vilmet (Mme Onésime). Ouvrière (méd. br.), 419.

Vincent (Mme Louise). Ouvrière (méd. br.), 420.

Vrignault. Turbine à eau (P), 946.

W

Wallon (E.). Choix et usage des objectifs photographiques, 51.

Walther Hempel. Étude des procédés de dosage du carbone dans le fer ou la fonte (b), 112.

Warlouzé (Auguste). Ouvrier (méd. br.), 420.

Weiler (Julien). (Voy. Dwelshauvers Dery.)

Wery. Drainage des terres, 575.

X

X. Industrie choletaise (P), 41.

X. Étude d'un centre industriel (*le Travail c'est la liberté*) (P), 41.

X. Étude sur le département des Basses-Alpes (P), 965.

Y

Yseux (Ambroise). Inventions diverses (P), 134.

Z

Zune. Analyse des beurres (P), 360.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

ET

ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA QUATRE-VINGT-DOUZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(*Quatrième série. — Tome VIII.*)

A

Acide sulfurique. Appareil de concentration de l' —, par M. KESSLER ; rapport de M. A. GIRARD (pl.), 588.

Aciers. Leur analyse micrographique, des aciers, par M. OSMOND, 860.

Allocution du président, 40, 969.

Aluminium. État actuel de l'industrie de l' —, par M. U. LE VERRIER, 364.

Anaglyphes. Images dites —, par M. DUCOS DE HAURON, 92, 572; rapport de M. DAVANNE, 475.

— Images —, par M. DE FOURCAULD, 572.

Analyse micrographique des aciers, par M. OSMOND, 860.

Antiphylloxérique (Voy. **Charbon**).

Appareil de concentration de l'acide sulfurique (Voy. **Acide sulfurique**).

— dynamométrique de M. J. DIGEON ; rapport de M. J. HIRSCH (b. pl.), 583.

— à adhérence magnétique, par M. DE BOVET (b. pl.) 231 ; rapport de M. H. FONTAINE, 229.

Appareils de levage à l'Exposition de Chicago, par M. G. RICHARD (b.), 773.

Arrêt protecteur de M. Cambon ; rapport de M. Ed. Simon (b), 729.

B

Balance trieuse de M. GOTTELMANN ; extrait du rapport de M. Ed. SIMON, 938.

Bibliographie. Journaux et revues, 52, 226, 364, 424, 577.

— Vente et achat du bétail vivant, par ERNEST PION et PAUL GOBILLE, 48.

— La photographie au charbon et ses applications, par A. FISCH, 50.

— Choix et usage des objectifs photographiques, par E. WALLON, 51.

— Décoration céramique au feu de moufle, par GUENEZ, 51.

— Résistance des matériaux, par DUQUESNAY, 52.

— Première exposition des produits de l'industrie française, par GUILLAUME DEPPING, 100.

— Fabrication des essences et des parfums, par J.-P. DURVELLE, 144.

— Construction du navire, par A. CRONEAU, 225.

— Statistique de la production des gîtes métallifères, par DE LAUNAY, 225.

— Précis de chimie industrielle, par P. GUICHARD, 226.

— Machines frigorifiques, par R. DE MARCHENA, 316.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie. La rectification de l'alcool, par E. SOREL, 362.
— Résistance et construction des pièces de machines, par ALHEILIG, 362.
— Teinture et impression, par M. PRUDHOMME, 363.
— Fabrication de la fonte, par E. DE BILLY, 577.
— Couleurs et vernis, par G. HALPHEN, 726.
— Les chronomètres de marine, par E. CASPARI, 726.
— Régularisation des moteurs des machines électriques, par P. MINEL, 727.
— Étude dynamique de la machine à vapeur, par DWELSHAUVERS-DERY, 728.
— Le vin et les vins de fruits, par PIERRE ANDRIEU, 728.
— Électricité appliquée à la marine, par M. POL MINEL, 970.
Bouteilles. Leur fabrication mécanique, par M. E. DAMOUR, 422.
Brasserie. Emploi rationnel des houblons, par M. E. FLEURANT, 32.
— Influence des matières salines dans les eaux de brasserie, par M. E. FLEURANT, 78.
Briques en porcelaine, par M. MOURET, 136.

C

Carbone. Étude des procédés de dosage du — dans le fer, par WALTHER-HEMPEL (b.), 112.
Céramique. Recherches sur l'industrie — par M. EMILIO DAMOUR, 966.
Charbon antiphylloxérique, par M. HÉLOUIS, 46.
Chaudière à vapeur [instantanée, SERPOLLET, 43, rapport de M. HIRSCH (b), 101.
Chaudières à l'Exposition de Chicago, par M. G. RICHARD (b), 159.
Chauffage des appartements. Étude comparative des résultats fournis par les poêles mobiles à anthracite et par les poêles à 'gaz, par M. A. GIRARD, 625.
Chronophotographie. Appareil de —, par M. A. LONDE (b.), 271 ; rapport de M. DAVANNE, 269.
Compteur universel de M. P. MARIX, par M. RINGELMANN, 962.
Congélation des viandes (Voy. **Viandes refroidies**).
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires et correspondants du — de la Société, 3.
Cryptographe chiffreur de M. CH. GAVRELLE ; rapport de M. le général SEBERT (b.), 71.
Culture et irrigation en Indo-Chine, par M. DUCHEMIN, 297.
Cultures améliorées, par M. SCHRIBAUX, 141.

D

Décoration du verre de M. R. ENGELMANN, présentation de M. APPERT, 139 ; rapport de M. APPERT, 472.
Discours du président, 366.
Documents relatifs aux filetages et aux jauges, 321.
Drainage des terres, par M. WÉRY, 575.
Dynamomètre hydrostatique de M. J. DIGEON ; rapport de M. J. HIRSCH (b.), 323.
— (Voy. **Appareil dynamométrique**.)

E

Eaux de brasserie. Influence des matières salines dans les —, par M. E. FLEURANT, 78.
Élections du Bureau, 963, 968.
Élévateur de liquides par l'air comprimé de M. P. KESTNER ; rapport de M. BIVER (b.), 336.
Engrenages de tours à fileter, par M. BABLON ; rapport de M. SAUVAGE (b), 863.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

État financier de la Société. Rapport de M. FOURET sur les comptes de l'exercice 1893, 301.
— Rapport de M. BORDET sur les comptes de l'année 1893, 310.
Étoffes. Leur fabrication par effets de chaîne, par M. DUQUESNE; extrait du rapport de M. ED. SIMON, 958.
Étuve à désinfection, par M. BRÉNOT, 221.
Explosifs industriels, grisou et poussières de houille, par M. DANIEL; rapport de M. VIEILLE, 267.
Exposition de Chicago (Voy. **Mécanique générale**).
— industrielle et artistique de Saint-Étienne, ouvrage de M. MARIUS VACHON; rapport de M. E. GRUNER, 344.
— internationale d'hygiène urbaine et maritime et d'hydrothérapie à Boulogne-sur-Mer, 279.
— internationale de Saint-Pétersbourg, 300.

F

Filetages. Rapport de M. SAUVAGE sur le résultat des propositions faites à la Société (b), 145.
— Rapport de M. SAUVAGE, sur l'unification des — et des jauges de tréfilerie (b), 311.
Fils de fer et d'acier, par M. J.-P. BEDSON, 286.
Filtration des liquides, par M. LÉZÉ, 221.
Force motrice. Sa distribution à Liverpool, par M. J. PARSY, 608.
Four à gaz pour la céramique, par M. BIGOT, 45.
Fourgon dynamométrique (Voy. **Appareil dynamométrique**).
Foyer fumivore de M. DULAC; rapport de M. G. RICHARD (b.), 326.

G

Générateur Serpollet. Application du — à la traction des voitures; rapport de M. HIRSCH (b.), 101.
Grisou (Voy. **Explosifs industriels**).

H

Houblon. Emploi rationnel du — en brasserie, par M. E. FLEURANT, 32.
Hydrothérapie (Voy. **Hygiène**).
Hygiène. Exposition internationale d' — urbaine et maritime et d'hydrothérapie, à Boulogne-sur-Mer, 299.

I

Images anaglyphes de M. DUCOS DE HAURON, présentées par M. DAVANNE, 92; rapport de M. DAVANNE, 475.
—, par M. de FOURCAULD, 572.
Irrigation (Voy. **Culture**).

J

Jauge décimale métrique établie par la SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, pour les fils métalliques, 317.
Jauges (Voy. **Filetages**).

L

Lettre de M. HATON DE LA GOUPILLÈRE au président de la Société, 89.
— de M. DWELSHAUVERS-DÉRY, 223.
Levier automatique de M. E. GUICHARD; rapport de M. TRESCA (b), 861.

M

Machines. Rapport de M. A. TRESCA sur les travaux de M. SCHABAVER, 469.
— à calculer de M. LÉON BOLLÉE; extrait du rapport du général SEBERT, 350.
— frigorifiques, par M. C. LINDE (b.), 277.
— à vapeur à l'Exposition de Chicago, par M. G. RICHARD (b.), 477.
Magnétique. Appareils à adhérence —, par M. J. DE BOVET (b. pl.), 231; rapport de M. H. FONTAINE, 229.
Maladies des vins, par M. KAYSER, 97

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Masque respirateur, contre les poussières; par M. H. MAMY, 571.
— Compte rendu, par M. H. MAMY, du concours ouvert par l'Association des industriels contre les accidents du travail pour la création d'un bon type de — (b.), 595.
Mécanique générale à l'Exposition de Chicago, par M. G. RICHARD (b.), 20, 159, 477, 638, 733, 866.
Mécanismes à l'Exposition de Chicago, par M. G. RICHARD, 866.
Médaille (grande) des Arts économiques; rapport de M. MASCART sur les titres de LORD KELVIN, 375.
Médailles. Liste des — décernées aux inventeurs, 395.
— commémoratives, 406.
— Liste des médailles décernées aux contremaîtres et ouvriers, 407.
Micrographie. Analyse des aciers, par M. OSMOND, 860.
Moteurs à pétrole. Leur essai, par M. RINGELMANN, 958.
Moulins à vent et turbines, à l'Exposition de Chicago, par M. G. RICHARD (b.), 638.

N

Nécrologie. Notice sur P. LEMONNIER, par M. BRULL, 638.
— César DALY, 89.
— Charles HERSCHER, 89.
— Alfred SOLVAY, 135.
— ROUSSIN, 215.
— Note de M. AIMÉ GIRARD sur M. HACHE, 722.

O

Observatoire du Mont-Blanc, par M. VALLOT, 296.
Orgue celesta de VICTOR MUSTEL ET SES FILS; rapport de M. CARPENTIER, 12.
Outils diamantés de M. FROMHOLT; rapport de M. A. TRESCA (b. pl.), 457.

P

Paillons métalliques, par M. JEAN BAR, 96. Leur fabrication, rapport de M. Ed. SIMON, 261.
Papier photographique velours de M. ARTIGUES, présenté par M. DAVANNE et développé par M. HAINCQUE DE SAINT-SÉNOCH, 93; rapport de M. DAVANNE, 342.
Peinture à la détrempe vernie, par M. TESSIER, 421.
Phonotélémètre, par M. THOUVENIN, 856.
Photographie. Papier velours de M. ARTIGUES; rapport de M. DAVANNE, 342.
— des couleurs, d'après M. G. LIPPMANN, par MM. LUMIÈRE frères, 344.
— Appareil photochronométrique de M. A. LONDE (b.), 271; rapport de M. DAVANNE, 269.
Pli cacheté. Coloration des vernis gras, par M. STREIFF, 95.
— Mode d'emploi de l'énergie calorifique, par M. ED. DENIS, 95.
— Remède antiphylloxérique, par MM. GATINE ET AVICE, 135.
— Projet de vélocipède, par M. CORET, 292.
— Système pour amortir le choc des trains, par M. UCCIANI, 855.
— Niveau, par M. CORET, 855.
— Fabrication du noir de fumée, par M. CH. LORILLIEUX, 855.
Pompes à vapeur à l'Exposition de Chicago, par M. G. RICHARD (b.), 733.
Poudre de bronze. Sa fabrication, par M. DUNLAP, 131.
Poussière de houille (Voy. **Explosifs industriels**).
Prix Fourcade; rapport de M. A. GIRARD, 378.
— des Arts mécaniques; rapport de M. G. RICHARD, 380.
— des Arts chimiques; rapport de M. JORDAN, 384. — Rapport de M. A. GIRARD, 385. — Rapport de M. A. LE CHATELIER, 387.
— d'agriculture; rapport de M. RISLER, 388.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prix du Commerce ; rapport de M. G. Roy, 392.
— offert pour l'année 1894, par la Société Néerlandaise, pour le progrès de l'industrie, 133.
Procès-verbaux. Séance du 12 janvier 1894, 40. — Séance du 26 janvier, 88. Séance du 9 février, 94. — Séance du 23 février, 134. — Séance du 9 mars, 138. — Séance du 13 avril, 215. — Séance du 27 avril, 292. — Séance du 11 mai, 349. — Séance du 25 mai, 359. — Séance du 8 juin, 420. — Séance générale du 22 juin, 422. — Séance du 13 juillet, 569. — Séance du 27 juillet, 572. — Séance du 26 octobre, 722. — Séance du 9 novembre, 855. — Séance du 23 novembre, 858. — Séance du 14 décembre, 955. — Séance du 28 décembre, 963.
Programme des prix proposés par la Société à décerner de 1894 à 1896, 425.
Pulsomètre (Voy. **Élévateur de liquides**).

R

Ramie. Traité de la —, par M. Félicien Michotte ; rapport de M. Ed. Simon, 65.
Récipients en acier sans soudure pour les gaz comprimés, par Ch. Burg, 127.
Referendum des ingénieurs : enquête sur l'enseignement de la mécanique, de MM. Dwelshauvers-Dery et Julien Weiler ; note de M. Gustave Richard, 28.
Règles pour la construction de vis mécaniques, établies par la Société d'Encouragement (b.), 311.

S

Séance générale du 22 juin 1894, 365.
Séances du conseil d'administration (Voy. **Procès-verbaux**).
Société coopérative de consommation en France, par M. Marsais, 351.
Surchauffeur de vapeur système Dusert et Épêche, construit par M. H. Satre ; rapport de M. J. Hirsch (b.), 57.

T

Tension. Système de — de M. Roullot ; extrait de rapport du colonel Pierre, 957.
Traction des voitures. Application des générateurs Serpollet à la — ; rapport de M. Hirsch, 101.
Transporteurs hydrauliques à barrages, par M. Bondonneau (b.), 110.
Turbine à vapeur de Laval, par M. Sciama, 355.
Turbines à l'Exposition de Chicago (Voy. **Moulins à vent**).

V

Viandes refroidies. Son industrie en Australie, par M. Bages, 616.
Vigne. Maladies de la —, par le Dr Delcroix, 573.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS

PLANCHES

Pl. 96, *double*. Touage par adhérence magnétique, système de Bovet. 240
Pl. 97, *triple*. Sertisseuse mécanique à bras de M. Fromholt. 459
Pl. 98, *double*. Débiteurs à lame alternative diamantée. 464
Pl. 99, *triple*. Scie circulaire de 2m,200. 466
Pl. 100, *triple*. Fourgon dynamométrique de la Compagnie de l'Ouest 582
Pl. 101, *double*. Appareil Kessler pour la concentration de l'acide sulfurique. . 592

DESSINS

Réchauffeur Satre construit par MM. Dusert et Épèche. — 1 figure. 61
Cryptographe chiffreur de M. Gavrelle. — 5 figures. 73
Générateur Serpollet. — 4 figures 104
Transporteurs hydrauliques à barrages. — 2 figures. 111
Appareil de Hempel pour l'analyse des fers et aciers. — 3 figures. 120
Filetages. — 4 figures. 147
Les chaudières à l'Exposition de Chicago. — 102 figures. 160
Appareils à adhérence magnétique. — 11 figures 253
Appareil chronophotographique de M. Londe. — 5 figures 272
Machines frigorifiques. — 11 figures. 278
Filetages. — 2 figures 312
Dynamomètre hydrostatique de M. Digeon. — 2 figures 324
Foyer fumivore Dulac. — 11 figures 327
Élévateurs d'acides de M. P. Kestner. — 3 figures 337
Outils diamantés de M. Fromholt. — 4 figures. 460
Les machines à vapeur à l'Exposition de Chicago. — 220 figures 481

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Appareil dynamométrique de M. Digeon. — 1 figure. 586
Masques respirateurs. — 7 figures 599
Les moulins à vent et les turbines à l'Exposition de Chicago. — 178 figures. . . 641
Arrêt protecteur. — 5 figures. 730
Les pompes à vapeur et appareils de levage à l'Exposition de Chicago. — 306 figures. 736
Levier automatique de M. Guichard. — 1 figure. 862
Les mécanismes à l'Exposition de Chicago. — 304 figures. 867



Le Gérant : J.-H. Ginestou.

Paris. — Typ. Chamerot et Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 31850.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires