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

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

Auteur secondaire : Hitier, Henri (1864-1958), Toulon, Paul (1852-1924)
Titre du volume : 1914. 1er semestre

Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1914
Collation : 1 vol. (834 p.) : ill, ; 26 cm
Cote : BSPI 122
Sujet(s) : Progrès scientifique et technique ; Innovations -- France -- 1900-1945

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.122

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 15/12/2015

BSPI-1

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. HITIER & TOULON

1914

PREMIER SEMESTRE

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

(*Extrait du Règlement.*)



PARIS

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, 44, RUE DE RENNES (6ᵉ ARR.)

1914

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

ET

RÉDACTION DU BULLETIN

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au Bulletin,
tous les jours, de 14 h. à 16 h.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

113e ANNÉE. — 1er SEMESTRE. JANVIER 1914

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES ET HONORAIRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION ET DES MEMBRES CORRESPONDANTS POUR L'ANNÉE 1914 ARRÊTÉE DANS L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 16 DÉCEMBRE 1913

MEMBRES TITULAIRES

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1896. — LINDET (O. ✲), professeur à l'Institut national agronomique, 108, boulevard Saint-Germain (6e arrt).

Vice-présidents.

1900. — BACLÉ (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, 57, rue de Châteaudun (9e arrt).
1907. — BERTHELOT (Daniel), professeur à l'Université de Paris, 168, boulevard Saint-Germain (6e arrt).
1899. — LARIVIÈRE (Pierre) (✲), Ingénieur civil des Mines, 164, quai Jemmapes (10e arrt).
1891. — SAUVAGE (O. ✲), Inspecteur général des Mines, professeur à l'École supérieure des Mines et au Conservatoire des Arts et Métiers, 14, rue Eugène-Flacha (17e arrt).

Secrétaires.

1901. — HITIER (Henri), Ingénieur-agronome, maître de conférences à l'Institut national agronomique, 23, rue du Cherche-Midi (6e arrt).
1900. — TOULON (Paul) (✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef honoraire des Chemins de fer de l'État, 106 *bis*, rue de Rennes (6e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Trésorier.

1906. — ALBY (✲), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 41 *bis*, boulevard Lannes (16e arrt).

Censeurs.

1884. — BORDET (✲), ancien Inspecteur des Finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, 181, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

1901. — LEGRAND (Victor) (O. ✲), ancien président du Tribunal de Commerce de la Seine, censeur de la Banque de France, 115, rue Lafayette (10e arrt).

Commission des Fonds.

1884. — BORDET (✲), ancien Inspecteur des Finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, *Président*, boulevard Saint-Germain, 181 (7e arrt).

1876. — PEREIRE (Henry), Ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, boulevard de Courcelles, 33 (8e arrt).

1887. — FOURET (O. ✲), ancien examinateur d'admission à l'École polytechnique, avenue Carnot, 4 (17e arrt).

1888. — D'EICHTHAL (Eug.), membre de l'Institut, vice-président de la Compagnie du Chemin de fer du Midi, directeur de l'École des Sciences politiques, boulevard Malesherbes, 144 (17e arrt).

1891. — HEURTEAU (O. ✲), Ingénieur en chef des Mines, directeur de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, rue de Clichy, 17 (9e arrt).

1900. — LAVOLLÉE (J.), avocat à la Cour d'Appel, 88, boulevard Malesherbes (8e arrt).

1902. — HONORÉ (Frédéric) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-délégué de la Société du Louvre, 75, rue de Lille (7e arrt).

1903. — LAFOSSE (H.) (O. ✲), Inspecteur général des Eaux et Forêts, 61, rue de Vaugirard (6e arrt).

1906. — ALBY (✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 41 *bis*, boulevard Lannes (6e arrt).

1908. — BIVER (Comte Eugène), Ingénieur des Arts et Manufactures, 14, rue de Prony (17e arrt).

Comité des Arts mécaniques.

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (G. O. ✲), membre de l'Institut, *Président*, rue de Vaugirard, 56 (6e arrt).

1891. — SAUVAGE (O. ✲), Inspecteur général des Mines, professeur à l'École des Mines et au Conservatoire des Arts et Métiers, rue Eugène-Flachat, 14 (17e arrt).

1893. — FLAMANT (O. ✲), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite, 103, boulevard de la Reine, à Versailles (Seine-et-Oise).

1894. — LINDER (C. ✲), Inspecteur général des Mines, rue du Luxembourg, 38 (6e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1897. — BARBET (✲), ingénieur, 53, avenue de Paris, à Versailles (Seine-et-Oise).
1897. — DILIGEON (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, conseiller du Commerce extérieur, 23 *bis*, avenue Niel (17e arrt).
1898. — MASSON (L.) (O. ✲), Ingénieur civil, directeur en congé hors cadre du Conservatoire des Arts et Métiers, 22, rue Alphonse-de-Neuville (17e arrt).
1900. — WALCKENAER (O. ✲), Inspecteur général des Mines, 218, boulevard Saint-Germain (7e arrt).
1901. — RATEAU (✲), ancien ingénieur au corps des Mines, ancien professeur à l'École des Mines, 10 *bis*, avenue Élisée-Reclus (7e arrt).
1905. — BERTIN (C. ✲), membre de l'Institut, 8, rue Garancière (6e arrt).
1906. — LECORNU (O. ✲), Inspecteur général des Mines, membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, 3, rue Gay-Lussac (5e arrt).
1911. — LEBLANC (Maurice), ingénieur, Le Val-sur-Seine, pont de Bougival, à Croissy (Seine et-Oise).
1912. — BROCQ (François), Ingénieur, directeur à la Compagnie des Compteurs, 16, boulevard de Vaugirard (15e arrt).
1913. — TERRÉ (Maurice) (O. ✲), Ingénieur en chef de la Marine en retraite, 139, boulevard Haussmann (8e arrt).
1913. — DANTZER (James), ingénieur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 4, rue Gally, à Neuilly-sur-Seine (Seine).
N...

Comité des Arts chimiques.

1885. — LE CHATELIER (Henry) (O. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à la Sorbonne, *Président*, rue Notre-Dame-des-Champs, 75 (6e arrt).
1877. — BÉRARD (P.) (O. ✲), membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2 (6e arrt).
1883. — CARNOT (Adolphe) (C. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, boulevard Raspail, 99 (6e arrt).
1885. — APPERT (Léon) (O. ✲), ingénieur-manufacturier, 148, boulevard Haussmann (8e arrt).
1889. — VIEILLE (O. ✲), membre de l'Institut, 12, quai Henri-IV (4e arrt).
1895. — BUQUET (O. ✲), directeur honoraire de l'École centrale des Arts et Manufactures, 15, rue Léo-Delibes (16e arrt).
1898. — LIVACHE, Ingénieur civil des Mines, 24, rue de Grenelle (7e arrt).
1900. — BACLÉ (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, 57, rue de Châteaudun (9e arrt).
1903. — HALLER (C. ✲), membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, 10, rue Vauquelin (5e arrt).
1905. — PRUD'HOMME (✲), chimiste, ancien élève de l'École polytechnique, 78, avenue de la Grande-Armée (17e arrt).
1907. — GUILLET (✲), ingénieur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures, 8, avenue des Ternes (17e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1908. — BERTRAND (Gabriel) (✲), professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut Pasteur, 160, avenue de Suffren (15e arrt).

1911. — TRILLAT (A) (O. ✲), Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur, 25, rue Dutot (15e arrt).

1912. — DELLOYE (Lucien) (✲), directeur général des Glaceries de la Cie de Saint-Gobain, 1, place des Saussaies (8e arrt).

1913. — LŒBNITZ (J.) (✲), fabricant de faïences artistiques, 4, rue Pierre-Levée (11e arrt).

N...

Comité des Arts économiques.

1876. — SEBERT (Général H.) (C. ✲), membre de l'Institut, *Président*, rue Brémontier, 14 (17e arrt).

1883. — BARDY (O. ✲), directeur honoraire du Service scientifique des Contributions indirectes, rue du Général-Foy, 32 (8e arrt).

1887. — CARPENTIER (C. ✲), ingénieur, membre de l'Institut, 34, rue du Luxembourg (6e arrt).

1893. — VIOLLE (O. ✲), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, boulevard Saint-Michel, 89 (5e arrt).

1897. — LYON (O. ✲), directeur de la fabrique de pianos Pleyel, Lyon et Cie, 22, rue Rochechouart (9e arrt).

1900. — TOULON (Paul) (✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef honoraire des Chemins de fer de l'État, 106 *bis*, rue de Rennes (6e arrt).

1902. — HARLÉ (O. ✲), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, ingénieur-constructeur, de la maison Sautter-Harlé, 12, rue Pierre-Charron (16e arrt).

1902. — HILLAIRET (✲), ingénieur-constructeur, 22, rue Vicq-d'Azyr (10e arrt).

1903. — PEROT (✲), 16, avenue Bugeaud (16e arrt).

1907. — BERTHELOT (Daniel), professeur à l'Université de Paris, 168, boulevard Saint-Germain (6e arrt).

1908. — AMAGAT (O. ✲), membre de l'Institut, à Saint-Satur (Cher).

1908. — ARMENGAUD jeune (✲), ancien élève de l'École polytechnique, 23, boulevard de Strasbourg (10e arrt).

1909. — BORDAS (Dr F.) (O. ✲), professeur suppléant au Collège de France, 58, rue Notre-Dame-des-Champs (6e arrt).

1909. — RENARD (Paul) (O. ✲), Lieutenant-Colonel du Génie en retraite, 41, rue Madame (6e arrt).

1910. — MARRE (O. ✲), ingénieur-mécanicien, 72, boulevard de Courcelles (17e arrt).

1910. — FÉRY, professeur à l'École de Physique et de Chimie, 28, rue de l'Arbalète (5e arrt).

Comité d'Agriculture.

(Avant-dernier mercredi à 14 h. 1/2).

1866. — TISSERAND (Eug.) (G. O. ✲), membre de l'Institut, Directeur honoraire de l'Agriculture, Conseiller Maître honoraire à la Cour des Comptes, *Président*, rue du Cirque, 17 (8e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1881. — LAVALARD (Ed.) (O. ✲), membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, maître de conférences à l'Institut national agronomique, 87, avenue de Villiers (17e arrt).

1882. — MÜNTZ (A.) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à l'Institut national agronomique. rue de Condé, 14 (6e arrt).

1882. — PRILLIEUX (E.) (O. ✲), membre de l'Institut, rue Cambacérès, 14 (8e arrt).

1888. — LIÉBAUT (O. ✲), président honoraire de la Chambre syndicale des Ingénieurs-constructeurs-mécaniciens, avenue Marceau, 72 (8e arrt).

1896. — LINDET (O. ✲), professeur à l'Institut national agronomique, 108, boulevard Saint-Germain (6e arrt).

1899. — BÉNARD (Jules), (C. ✲), agriculteur, régent de la Banque de France, 81, rue de Maubeuge (10e arrt).

1901. — RINGELMANN (✲), directeur de la Station d'Essais de Machines, rue Jenner, 47 (13e arrt).

1901. — HITIER (Henri), Ingénieur-agronome, maître de conférences à l'Institut national agronomique, 23, rue du Cherche-Midi (6e arrt).

1893. — DAUBRÉE (L.) (C. ✲), ancien Conseiller d'État, Directeur général honoraire des Eaux et Forêts, 26, avenue Duquesne (7e arrt).

1905. — SCHRIBAUX (E.) (✲), professeur à l'Institut national agronomique, 140, rue de Rennes (6e arrt).

1905. — DYBOWSKI (O. ✲), Inspecteur général de l'Agriculture coloniale, 4, rue de Fontenay, à Nogent-sur-Marne (Seine).

1906. — GIRARD (A. Ch.) (O. ✲), professeur à l'Institut national agronomique, 60, rue Madame (6e arrt).

1906. — WERY (Georges) (✲), Ingénieur-agronome, sous-directeur de l'Institut national agronomique, 6, rue Joseph-Bara (6e arrt).

1907. — DABAT (O. ✲), conseiller d'État, Directeur général des Eaux et Forêts, 48, boulevard Latour-Maubourg (7e arrt).

1912. — VINCEY (Paul) (✲), Ingénieur-agronome, Directeur des Services agricoles du département de la Seine, 84, rue Charles-Laffitte, à Neuilly-sur-Seine (Seine).

Comité des Constructions et Beaux-Arts.

1879. — VOISIN BEY (O. ✲), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite, *Président*, rue Scribe, 3 (9e arrt).

1895. — BELIN (H.) (O. ✲), éditeur, 52, rue de Vaugirard (6e arrt).

1898. — BONAPARTE (prince Roland), membre de l'Institut, 10, avenue d'Iéna (16e arrt).

1899. — LARIVIÈRE (Pierre) (✲), Ingénieur civil des Mines, 164, quai Jemmapes (10e arrt).

1903. — MAËS (Georges) (✲), manufacturier, 45, rue de Courcelles (8e arrt).

1903. — RÉSAL (O. ✲), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 6, rue Furstenberg (6e arrt).

1903. — MAGNE (Lucien) (O. ✲), Inspecteur général des Monuments historiques, 6, rue de l'Oratoire (1er arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1903. — MOREAU (Auguste) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, 10, rue Duperré (9e arrt).

1907. — RIBES-CHRISTOFLE (DE) (O. ✲), manufacturier, 56, rue de Bondy (10e arrt).

1907. — MESNAGER (A.) (✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 182, rue de Rivoli (1er arrt).

1908. — HERSENT (Georges) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, 60, rue de Londres (8e arrt).

1908. — BOURDEL (Joseph) (✲), imprimeur-éditeur, ancien juge au Tribunal de Commerce, 10, rue Garancière (6e arrt).

1908. — D'ALLEMAGNE (Henri) (✲), archiviste-paléographe, bibliothécaire honoraire de l'Arsenal, 30, rue des Mathurins (8e arrt).

1911. — BERTRAND DE FONTVIOLANT (✲), professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 16, rue Brémontier (17e arrt).

1913. — BONNET (A.) (O. ✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sous-directeur de la Cie des Chemins de fer du Midi, 106, boulevard de Courcelles (17e arrt).

1913. — HACHETTE (André), secrétaire de la Société française de Photographie, 4, rue Bayard (8e arrt).

Comité de Commerce.

1892. — GRUNER (E.) (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, vice-président du Comité central des Houillères de France, *Président*, 60, rue des Saints-Pères (7e arrt).

1897. — PAULET (G. ✲), conseiller d'État, Directeur au Ministère du Travail, 47, boulevard Suchet (16e arrt).

1897. — DUPUIS (✲), Ingénieur civil des Mines, 18, avenue Jules-Janin (16e arrt).

1899. — LÉVY (Raphaël-Georges) (O. ✲), membre de l'Institut, 3, rue de Noisiel (16e arrt).

1901. — LEGRAND (Victor) (O. ✲), ancien président du Tribunal de Commerce de la Seine, censeur de la Banque de France, 115, rue Lafayette (10e arrt).

1910. — ALFASSA (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 15, rue Soufflot (5e arrt).

1910. — RISLER (Georges) (O. ✲), président de l'Union des Sociétés de Crédit immobilier de France et d'Algérie, président de la Société centrale de Crédit immobilier et de la Société des Habitations ouvrières de Passy-Auteuil, membre du Comité permanent du Conseil supérieur des Habitations à bon marché, 71, avenue Marceau (16e arrt).

1911. — CARMICHAEL (Robert S.) (✲), filateur et tisseur de jute, 4, rue Saint-Florentin (1er arrt).

1913. — ROY (Ferdinand) (✲), négociant, membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures, 24, place Malesherbes (17e arrt).

1913. — RICHEMOND (Pierre) (O. ✲), Ingénieur-constructeur, 52, route d'Aubervilliers, à Pantin (Seine).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Commission du Bulletin.

MM. HITIER, TOULON, *secrétaires;* LAFOSSE, FOURET, HATON DE LA GOUPILLIÈRE, LINDER, BÉRARD, LIVACHE, SEBERT, BERTHELOT, LINDET, RINGELMANN, BOURDEL, VOISIN BEY, GRUNER, DUPUIS.

Agent général de la Société.

M. LEMAIRE (Eugène), 44, rue de Rennes (6e arrt). — Téléphone : Saxe. 29.75.

MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

Comité des Arts mécaniques.

1898. — BOUTILLIER (✲), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite, 24, rue de Madrid (8e arrt).

1895. — BOURDON (Édouard) (O. ✲), constructeur-mécanicien, rue du Faubourg-du-Temple, 74 (11e arrt).

Comité des Arts chimiques.

1880. — JUNGFLEISCH (O. ✲), membre de l'Institut, rue du Cherche-Midi, 74 (6e arrt).

Comité des Arts économiques.

1888. — RAYMOND (O. ✲), Administrateur honoraire des Postes et Télégraphes, 36, rue Washington (8e arrt).

Comité d'Agriculture.

1901. — SCHLŒSING (C. ✲), membre de l'Institut, 53, quai d'Orsay (7e arrt).

Comité de Commerce.

1899. — LALANCE (Auguste) (✲), ancien manufacturier, à Mulhouse.

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Correspondant français.

M. LEFLAIVE, anciens Établissements Biétrix, Leflaive et Cie, à Saint-Étienne (Loire).

1913. — SCHUBERT (Adrien), Ingénieur des Arts et Manufactures, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des Arts chimiques.

Correspondants français.

MM. GUIMET fils, manufacturier, à Lyon.
PECHINEY, directeur de la Société des produits chimiques d'Alais.
PETITPONT (Gustave), manufacturier, à Choisy-le-Roi.
CHARPY, directeur des Établissements de la Cie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, à Montluçon.

Correspondants étrangers.

MM. ROSCOE (Henry), Enfield 10, Bramham Gardens, South Kensington (S.-W.), Londres.
SOLVAY, fabricant de produits chimiques, à Bruxelles.
HADFIELD (Sir Robert), directeur des usines Hecla, à Londres (Angleterre).
HOWE (Henry M.), professeur de métallurgie, à Bedford Station (U. S. A.).

Comité des Arts économiques.

Correspondant français.

M. LOREAU, manufacturier, à Briare.
1913. — ARNOULD (Pierre), ingénieur-conseil, commissaire-expert ssp. du Gouvernement pour l'examen des contestations en douane, à Paris.
1913. — LEGOUEZ (Raynald), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Paris.

Correspondants étrangers.

MM. CROOKES (William), directeur du journal *The Chemical News*, à Londres.
ELIHU-THOMSON, électricien en chef de la Société Thomson-Houston, à Lynn, Mass. (États-Unis).
1913. — GUILLAUME, directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures, à Sèvres (Seine-et-Oise).

Comité d'Agriculture.

Correspondants français.

MM. MILLIAU (Ernest), chimiste, à Marseille.
BRIOT, conservateur des Eaux et Forêts, en retraite, à Chambéry.
MONICAULT (Pierre de), Ingénieur-agronome, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des Constructions et Beaux-Arts.

Correspondants français.

1913. — COUTURAUD (Pierre), Ingénieur des Arts et Manufactures; Paris.

Comité de Commerce.

Correspondants français.

M. WALBAUM, président de la Chambre de Commerce de Reims.

1886. — BESSONNEAU, manufacturier, consul de Belgique, à Angers.

1913. — THILLAYE (Georges), agent général de la Caisse d'Épargne et de Prévoyance de Paris.

Correspondants étrangers.

1890. — HEMPTINE (comte Paul de), château de Maltebrugge-les-Gand, à Gand.

1890. — BODIO (le sénateur), directeur général de la colonisation du Royaume d'Italie, à Rome.

1910. — LALANCE (Auguste), ancien manufacturier, à Mulhouse, membre honoraire du Comité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Rapport présenté par M. Aug. Moreau, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts sur les *appareils Bos*.

La Société anonyme des « appareils Bos », dont le siège social est à Montereau (Seine-et-Marne), et le dépôt de vente à Paris, 59, rue de la Roquette, a déposé sur notre Bureau une demande d'examen des appareils de fumisterie faisant l'objet de son industrie.

Ces appareils consistent en cylindres en tôle galvanisée de diamètre correspondant à la section des cheminées, se contentant souvent de coiffer le mitron supérieur déjà existant, et que l'on pose au sommet de celles-ci comme toutes les mitres analogues.

Par une heureuse disposition, les inventeurs ont réussi à se mettre à l'abri de l'influence des vents de direction quelconque, et aussi de la pluie, sans cependant surmonter le haut du tuyau d'aucun chapeau produisant des résistances et des remous, ni d'aucun appareil tournant à girouette, dont on connaît le fonctionnement capricieux résultant des encrassements, oxydations, déplacements de la verticale, nids d'oiseaux, etc.

Pour cela, le vent, si nuisible d'ordinaire, devient ici, au contraire, un véritable collaborateur qui, en faisant le vide dans le tuyau central, augmente notablement le tirage de la cheminée ; on n'a donc presque plus à craindre les remous et refoulements inévitables de certains vents dangereux par leur intensité ou leur direction.

A cet effet, dans le cylindre principal, sont percées, au moyen d'une machine spéciale, des fenêtres carrées C (fig. 1 à 4) de 0,04 m, 0,06 m ou 0,08 m de côté suivant l'importance, placées les unes au-dessus des autres en quinconce, et munies, du côté horizontal inférieur, d'un ergot D ménagé dans la tôle au perçage. Ces entailles forment encadrement et support à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des augets, ou tuyères, dont les ouvertures, restées libres, sont calculées de manière à représenter au total une section notablement plus grande que celle du tuyau de cheminée. Ainsi, alors que trois rangs de 6 tuyères suffiraient au maximum pour retrouver cette section, on en dispose généralement 7, ce qui fait 42 ouvertures en tout; il en résulte que l'air extérieur reste toujours maître de la situation et chasse devant lui celui du

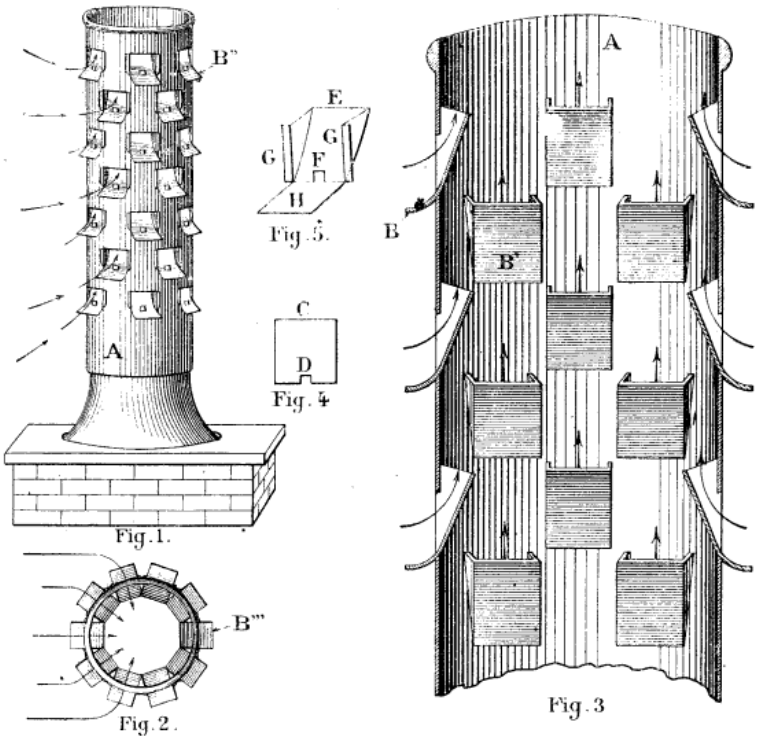


Fig. 1 à 5.

dedans en pénétrant par les tuyères et augmentant le tirage comme nous l'avons dit plus haut.

Pour cela, ces dernières présentent la forme indiquée par la figure 5, savoir : d'abord une partie rectangulaire dont la hauteur EF est un peu plus grande que la dimension analogue CD de la fenêtre dans laquelle elle se loge, en pénétrant dans l'intérieur du tuyau ; on la fixe au moyen d'un petit trou carré F venant s'agrafer sur l'ergot D. La mise en place de l'auget est complétée et consolidée par deux joues latérales G à bords rabattus sur la paroi extérieure du cylindre ; cet auget présente en somme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la disposition générale d'un vasistas à soufflet ouvrant vers le plafond. Une partie plane inférieure H, découpée d'abord en prolongement de EF, est relevée ensuite un peu au-dessous de l'horizontale et fait saillie à l'extérieur (fig. 1).

Finalement, la région EFG de l'auget se trouve tout entière à l'intérieur du tuyau et présente une ouverture en forme de prisme triangulaire, qui va en s'élargissant vers le haut ; la partie relevée H est un guidage d'orientation constituant pour l'air extérieur un chemin oblique indiqué par les flèches dans les figures 1 à 3.

Lorsque le perçage des fenêtres et l'ajustement des tuyères sont terminés, on plonge le tout dans un bain de galvanisation qui soude toutes les pièces entre elles et en fait un assemblage résistant et définitif.

On voit immédiatement, par ce qui précède, que le vent, quelle que soit sa direction, s'engouffre dans les différents augets et se trouve finalement canalisé vers la partie supérieure en faisant le vide derrière lui et activant le tirage : on peut presque dire que ce dernier est d'autant plus actif, contrairement à ce qui se passe d'ordinaire, que le vent extérieur est plus fort.

Et si ce dernier est plongeant, il s'échappe en grande partie par les ouvertures obliques qu'il rencontre et qui le ramènent au dehors par un chemin directement opposé à celui des flèches indiquées sur les figures.

En général, on estime qu'un tiers seulement de la surface de tuyère, agit efficacement et la section de ces dernières est, comme nous l'avons dit plus haut, calculée en conséquence.

Cet appareil fort simple s'adapte indistinctement à toutes les cheminées et tuyaux de toutes sections.

D'après son principe même, il peut également servir à la ventilation des locaux, fosses souterraines, caves, etc.

Il se construit également en poterie à partir du diamètre de 0,20 m. Les appareils courants comportent 13 dimensions, savoir :

1re Série.

	Hauteur	0,35 m	
	Dimension des ouvertures.	0,04 m de côté.	
N° 1.	Diamètre intérieur du tuyau. . . .	0,10 m	Prix. . . . 12,50 f
— 2.	—	0,11 m	— . . . . 13,75 f
— 3.	—	0,13 m	— . . . . 16,25 f
— 4.	—	0,14 m	— . . . . 17,50 f

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e Série.

	Hauteur.	0,65 m		
	Dimension des ouvertures.	0,06 m de côté.		
N° 5.	Diamètre intérieur du tuyau. . . .	0,16 m	Prix. . . .	20,00 f
— 6.	—	0,18 m	—	22,50 f
— 7.	—	0,19 m	—	23,75 f
— 8.	—	0,20 m	—	25,00 f
— 9.	—	0,22 m	—	27,50 f

3e Série.

	Hauteur.	0,90 m		
	Dimension des ouvertures.	0,08 m de côté.		
N° 10.	Diamètre intérieur du tuyau. . . .	0,25 m	Prix. . . .	31,25
— 11.	—	0,28 m	—	35,00 f
— 12.	—	0,31 m	—	38,75 f
— 13.	—	0,33 m	—	41,25 f

En résumé l'appareil Bos est ingénieux et réalise un progrès incontestable sur la plupart des mitres analogues actuellement employées. Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts vous propose donc de remercier la Société anonyme des « Appareils Bos » de son intéressante communition et d'insérer le présent rapport au Bulletin avec les figures qui s'y rattachent.

Le rapporteur : A. Moreau.

Lu et approuvé en séance publique, le 16 décembre 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

THÉORIE MATHÉMATIQUE DES MACHINES A AIR LIQUIDE

et de la détente des gaz

Les machines à air liquide qui fonctionnent industriellement (1) peuvent toutes se ramener à deux types : la machine de von Linde ; la machine de Georges Claude.

Le principe général d'obtention de froid dans l'une et dans l'autre de ces méthodes réside dans la détente de l'air comprimé (2). Elles se différencient par le mode de détente.

Principe de la méthode de von Linde. — Von Linde détend l'air comprimé dans un simple robinet. Grâce à cette détente l'air se refroidit. L'air détendu, dont la température est donc plus basse que celle de l'air comprimé, est utilisé à refroidir ce dernier avant qu'il atteigne la vanne de détente : de la sorte, la température avant détente s'abaissera et aussi la température après détente ; on voit qu'au bout d'un certain temps de fonctionnement, la température en fin de détente sera assez basse pour qu'une partie de l'air se liquéfie.

L'appareil est très schématiquement représenté sur la figure 1. L'air détendu cède son froid à l'air comprimé dans un appareil dit : échangeur de chaleur, constitué simplement par deux tuyaux concentriques. L'air comprimé circule dans le tuyau intérieur, l'air détendu circule en sens inverse dans l'espace annulaire ; la transmission de chaleur se fait à travers la paroi du tuyau

(1) L'air liquide sert industriellement à remplir, au début de leurs périodes de fonctionnement, les appareils de fabrication d'oxygène et d'azote par liquéfaction, vaporisation et rectification (von Linde et Claude).

(2) Lors de la compression l'air s'échauffe ; avant d'entrer dans les appareils à air liquide, il est préalablement amené à la température ambiante, dans de simples réfrigérants à circulation d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intérieur. Afin d'augmenter la surface de contact, le savant physicien allemand allonge l'échangeur. A cet effet, il l'enroule en hélice.

La température de l'air liquide étant fort basse, la chaleur ambiante pourrait entrer en grande quantité dans l'appareil et, partant, en retarder, en diminuer et en limiter le refroidissement. Von Linde évite cet effet, en isolant son appareil avec un calorifuge, généralement constitué par de la laine de mouton brute.

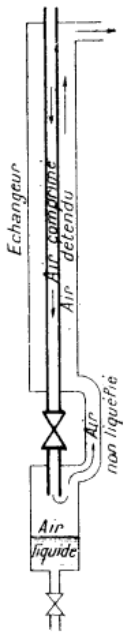


Fig. 1. — Représentation très schématique d'un appareil von Linde.

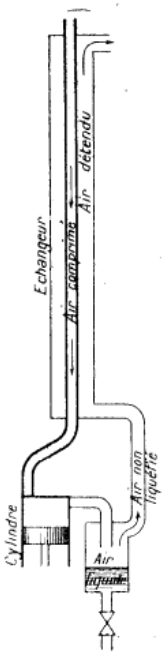


Fig. 2. — Représentation très schématique d'un appareil G. Claude.

Tel est l'appareil de von Linde, dans toute sa simplicité. Ce grand savant y a apporté des perfectionnements remarquables que nous décrirons au cours de la présente étude.

Principe de la méthode Claude. — Claude détend aussi de l'air comprimé après l'avoir refroidi dans un échangeur (1), mais il effectue la détente dans un moteur en lui faisant produire du travail extérieur, ce qui, d'après la thermodynamique, augmente considérablement le froid produit par rapport à ce

(1) L'échangeur de l'appareil de Claude est constitué par un faisceau tubulaire vertical. A l'intérieur, circule de haut en bas l'air comprimé, à l'extérieur, de bas en haut l'air détendu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il est dans la méthode de Linde (1). L'appareil, très schématiquement représenté figure 2, demande également à être isolé contre toute rentrée de chaleur ambiante (coton minéral). Des perfectionnements importants ont été apportés par son auteur à cette machine, nous y reviendrons plus loin.

Dans son très intéressant ouvrage, « Air liquide, Oxygène et Azote », édition 1909, M. Claude expose une théorie des machines à air liquide différente de la nôtre; en admettant que l'air suive la relation de van der Waals il y démontre, notamment, certains des énoncés auxquels nous aboutirons plus loin. Il nous a paru que ces énoncés pouvaient être généralisés et établis, indépendamment de l'équation de van der Waals. C'est ce que nous proposons de faire ici.

Généralités.

Il résulte de ce qui précède que le cycle ouvert parcouru par l'air dans les machines à air liquide se compose des trois transformations suivantes :

1° *Une transformation isobare* pendant laquelle l'air se refroidit, sous pression constante : c'est le parcours de l'air comprimé dans l'échangeur;

2° *Une détente;*

3° *Un réchauffement isobare* (2) de l'air détendu depuis la température de fin de détente jusqu'à la température ambiante : c'est le parcours de l'air détendu dans l'échangeur.

Proposons-nous, d'abord, d'examiner ce qui se passe dans ce cycle ouvert sans faire d'hypothèse sur la loi caractéristique $f(p, v, T) = 0$ de l'air.

Nous admettrons, quant à présent, que la masse de gaz entrant pendant un temps donné est égale à la masse de gaz sortant, autrement dit nous négligerons la quantité d'air liquide qui peut se produire. Nous admettrons également que l'air est un gaz et nous raisonnerons, comme on le fait généralement en thermodynamique, sur 1 kg de gaz.

D'une manière très générale, les éléments caractéristiques de l'état d'un gaz (pression, volume, température, etc.) sont liés à la quantité de chaleur à

(1) La supériorité de la détente avec travail extérieur n'avait pas échappé au Dr von Linde (Génie Civil du 15 mai 1897), mais il avait cru impossible de surmonter les difficultés énormes qu'il y a à faire fonctionner une machine à des températures de l'ordre de celles de l'air liquide. Aussi les a-t-il tournées. Claude les a attaquées de front et les a toutes vaincues.

(2) En négligeant la très faible différence de pression provenant de la résistance des conduits soit à haute pression, soit à basse pression des échangeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fournir et au travail fourni, pendant une transformation élémentaire de ce gaz, par une relation donnée par la thermodynamique :

$$dQ = dU + A d\mathcal{C}.$$

dQ étant la quantité de chaleur qu'il faut fournir au gaz pendant la transformation élémentaire qu'on lui fait parcourir ;

dU la variation de l'énergie interne du gaz considéré.

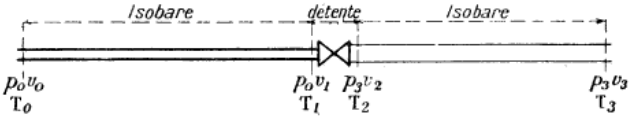


Fig. 3. — Schéma des transformations dans l'appareil von Linde.

$p_0\, v_0\, T_0$ pression, volume, température à l'entrée, — $p_0\, v_1\, T_1$ pression, volume, température avant détente, — $p_3\, v_2\, T_2$ pression, volume, température après détente, — $p_3, v_3\, T_3$ pression, volume, température à la sortie.

$d\mathcal{C}$ le travail fourni par le corps à l'extérieur de lui-même pendant la transformation élémentaire.

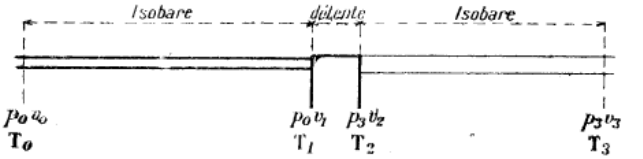


Fig. 4. — Schéma des transformations dans l'appareil Claude.

$p_0\, v_0\, T_0$ pression, volume, température à l'entrée, — $p_0\, v_1\, T_1$ pression, volume, température avant détente, — $p_3\, v_2\, T_2$ pression, volume, température après détente, — $p_3\, v_3\, T_3$ pression, volume, température à la sortie.

Considérons une machine type Linde. Nous avons indiqué sur le schéma de la figure 3 les notations que nous allons employer.

La quantité de chaleur qu'il faut fournir au gaz pour lui faire parcourir le cycle est :

$$\int_0^3 dQ = \int_0^3 dU + A \int_0^3 d\mathcal{C}.$$

Or, dans un écoulement gazeux on a

$$d\mathcal{C} = d\,(pv).$$

donc :

$$\int_0^3 dQ = (U_3 - U_0) + A(p_3 v_3 - p_0 v_0).$$

D'autre part, on ne fournit effectivement aucune quantité de chaleur à l'air entre son entrée dans l'appareil et sa sortie de ce même appareil, $\int_0^3 dQ$ représente donc le froid produit.

D'où cette propriété importante de la machine de Linde :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La quantité de froid produite par le gaz parcourant le cycle de Linde dépend uniquement de l'état du gaz comprimé et de l'état du gaz détendu à la température d'entrée (1) *dans l'échangeur.*

Cette quantité de froid ne dépend nullement de la température à laquelle s'est faite la détente et ce, quelle que soit la relation caractéristique du gaz étudié.

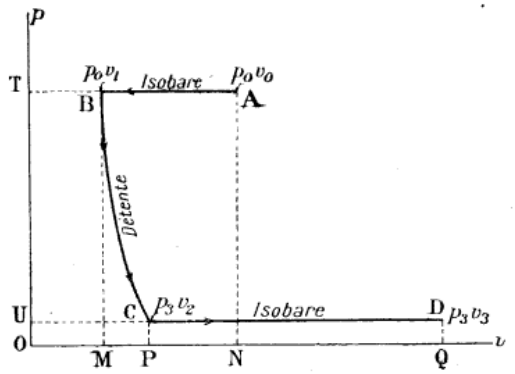


Fig. 5. — Diagramme des variations de pression et de volume dans un appareil à air liquide.

Voyons, maintenant, en quoi les conclusions qui précèdent sont modifiées si l'on considère un appareil du type Claude. Les transformations sont schématiquement indiquées sur la figure 4. La détente se fait ici dans un cylindre, en produisant du travail extérieur et l'on a :

$$d\mathcal{E} = pdv \ (2).$$

D'où :

$$Q = (U_3 - U_0) + A\int_0^3 pdv.$$

Calculons le terme :

$$A\int_0^3 pdv.$$

On a (voir fig. 5) :

$$\begin{aligned}\int_0^3 pdv &= \int_A^B pdv + \int_B^C pdv + \int_C^D pdv.\\ &= \text{aire } (-\text{ABMN} + \text{BCMP} + \text{CDPQ})\\ &= \text{aire } (-\text{ABMN} - \text{BTOM} + \text{BCMP} + \text{CDPQ} + \text{BTOM})\\ &= -p_0v_0 + p_3v_3 + \text{TBCU}\\ &= (p_3v_3 - p_0v_0) + \text{aire } (\text{TBOM} + \text{BCMP} - \text{CUOP})\\ &= (p_1v_3 - p_0v_0) + (p_0v_1 - p_3v_2) + \text{W}\end{aligned}$$

W étant le travail de détente.

(1) La température de sortie T_3 est très voisine de la température d'entrée T_0. Si ces températures étaient différentes, les gaz comprimé et détendu auraient encore la possibilité d'échanger de la chaleur. On pourrait faire qu'elles fussent les mêmes par un prolongement de l'échangeur. On a donc $T_0 = T_3$.

(2) En toute rigueur, on aurait $\int_0^3 d\mathcal{E} = \int_0^1 d(pv) + \int_1^2 pdv + \int_2^3 d(pv)$. Cela revient au même, car, les transformations 0 à 1 et 2 à 3 étant isobares, on y a $dp = 0$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il en résulte :

$$Q = (U_3 - U_0) + A[(p_3 v_3 - p_0 v_0) + (p_0 v_1 - p_3 v_2) + W] \quad (1).$$

Les quelques considérations qui précèdent montrent que la quantité de chaleur à fournir au corps qui parcourt le cycle de Linde ou celui de Claude peut être déterminée dès que la fonction U l'est elle-même.

Calcul de la fonction U. — Nous sommes donc amenés à déterminer la fonction U.

La thermodynamique permet, comme on sait, de calculer cette fonction à une constante près, en admettant connue la relation caractéristique $f(p,v,T) = 0$ du gaz considéré. Partons de l'équation

$$dQ = dU + Apdv.$$

Nous prendrons comme variables indépendantes la température et le volume (la pression en est fonction, d'après la relation $f(p,v,T) = 0$).

L'expression précédente peut s'écrire :

$$dQ = \frac{\partial U}{\partial T} dT + \left(\frac{\partial U}{\partial v} + Ap\right) dv. \quad (1)$$

D'autre part on a :

$$dQ = T dS = T\left(\frac{\partial S}{\partial T} dT + \frac{\partial S}{\partial v} dv\right). \quad (2)$$

La comparaison de (1) et de (2) donne :

$$\frac{1}{T} \frac{\partial U}{\partial T} = \frac{\partial S}{\partial T} \quad (3)$$

$$\frac{1}{T} \left(\frac{\partial U}{\partial v} + Ap\right) = \frac{\partial S}{\partial v} \quad (4)$$

Dérivons (3) par rapport à v et (4) par rapport à T, il vient :

$$\frac{\partial^2 S}{\partial T \partial v} = \frac{1}{T} \frac{\partial^2 U}{\partial T \partial v}$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial v \partial T} = -\frac{1}{T^2} \left(\frac{\partial U}{\partial v} + Ap\right) + \frac{1}{T} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial v \partial T} + A \frac{\partial p}{\partial T}\right)$$

d'où en retranchant :

$$\frac{1}{T^2} \left(\frac{\partial U}{\partial v} + Ap\right) = \frac{1}{T} A \frac{\partial p}{\partial T}$$

soit :

$$\frac{\partial U}{\partial v} = AT \frac{\partial p}{\partial T} - Ap. \quad (5)$$

(1) Il n'est pas sans intérêt de remarquer que cette équation n'est autre que celle qui donne le froid produit dans l'appareil de Linde à laquelle se trouvent simplement ajoutés les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expression qui permet de calculer U, en remarquant que dans la valeur de U intervient la température. On a, à ce sujet, en admettant une transformation isométrique :

$$\frac{\partial U}{\partial T} = \frac{\partial Q}{\partial T} = c. \qquad (6)$$

c étant la chaleur spécifique à volume constant.

Les deux relations (5) et (6) jointes à la relation caractéristique $f(p, v, T) = 0$ permettent de déterminer U à une constante près.

Calcul de U *en admettant la relation de van der Waals.*

$$p = \frac{RT}{v - b} - \frac{a}{v^2}.$$

On a :

$$\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{R}{v - b}$$

et par suite

$$\frac{\partial U}{\partial v} = \frac{ART}{v - b} - \frac{ART}{v - b} + \frac{Aa}{v^2}$$

d'où

$$U = -\frac{Aa}{v} + F(T).$$

La relation (6) nous donne immédiatement

$$F(T) = cT + C^{te}.$$

Donc :

$$U = -\frac{Aa}{v} + cT + C^{te}$$

c étant la chaleur spécifique à volume constant à la température à laquelle on considère U.

Calcul de U *en admettant la relation caractéristique de Clausius.*

$$p = \frac{RT}{v - b} - \frac{K}{T(v + nb)^2}.$$

On a ici :

$$\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{R}{v - b} + \frac{K}{T^2(v + nb)^2}.$$

D'où :

$$\frac{\partial U}{\partial v} = \frac{ART}{v - b} + \frac{AK}{T(v + nb)^2} - \frac{ART}{v - b} + \frac{AK}{T(v + nb)^2} = \frac{2AK}{T(v + nb)^2}.$$

Soient T_o et v_o les conditions dans lesquelles nous voulons considérer U.

Nous aurons :

$$U = \frac{-2AK}{T_o(v + nb)} + c_{v_o T_o} T + C^{te}.$$

termes $A(p_0 v_1 - p_3 v_2) + AW$ qui représentent précisément le froid équivalent au travail total produit par le moteur dans lequel s'effectue la détente. Il était évident *a priori* qu'il devait en être ainsi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette équation est en effet telle que :

$$\frac{\partial U}{\partial v} = \frac{2AK}{T_o(v+nb)^2}.$$

et que :

$$\frac{\partial U}{\partial T} = c_{v_o} T_o.$$

L'air comprimé n'est pas un accumulateur d'énergie. — Nous ne laisserons pas passer l'occasion que nous trouvons ici d'attirer l'attention sur un fait inconnu de nombre d'ingénieurs très compétents. *C'est que l'air comprimé n'est pas un accumulateur d'énergie.*

Nous voulons dire, par là, qu'un poids donné d'air comprimé ne contient pas plus d'énergie interne que ce même poids d'air détendu *à la même température.*

C'est même tout le contraire qui a lieu, l'expression de U calculée ci-dessus (tant par la formule de van der Waals que par celle de Clausius) le montre. En effet U est d'autant plus faible que v est faible, c'est-à-dire que p est grand. Physiquement cela s'explique aisément :

Du fait de la pression interne, l'air a dégagé pendant sa compression (que nous supposerons isothermique) une quantité de chaleur supérieure à celle qui est équivalente au travail extérieur dépensé pour effectuer cette compression (1). Comme la température n'a pas varié, et que cette quantité de chaleur doit nécessairement avoir une contre-partie, il faut bien que l'énergie interne ait diminué.

C'est même là la principale raison pour laquelle la machine à air liquide de Linde fonctionne. Comme nous l'avons indiqué, on y envoie de l'air comprimé, on en enlève de l'air détendu que l'on contraint à sortir à la température d'entrée. L'air comprimé ayant en lui un peu moins d'énergie interne que l'air détendu, il faut bien qu'il y ait, du fait de la cause que nous étudions et qui n'est pas seule à entrer en jeu (2) refroidissement pour combler le déficit (l'appareil étant isolé de telle sorte que toute communication calorifique avec l'extérieur est impossible).

Il résulte des calculs précédents que la quantité de froid produite par la détente d'un gaz comprimé, dans un appareil à échangeurs, est :

1°) DANS LE CAS DE LA DÉTENTE SANS TRAVAIL EXTÉRIEUR :

a) *en admettant la relaion caractéristique de van der Waals,*

$$Q = Aa\left(\frac{1}{v_o} - \frac{1}{v_3}\right) + (c_3T_3 - c_oT_o) + A(p_3v_3 - p_ov_o)$$

b) *en admettant la relation caractéristique de Clausius.*

$$Q' = 2AK\left(\frac{1}{T_o(v_o+nb)} - \frac{1}{T_3(v_3+nb)}\right) + c_3T_3 - c_oT_o) + A(p_3v_3 - p_ov_o)$$

(1) Il en serait de même si la compression était adiabatique.

(2) Comme nous l'avons vu, outre $(U_3 - U_o)$, il y a $A(p_3v_3 - p_ov_o)$ qui intervient dans l'expression de Q. Ce dernier terme correspond en quelque sorte à du travail extérieur. Nous étudierons plus loin la combinaison de ces termes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° DANS LE CAS DE LA DÉTENTE DANS UN CYLINDRE :

a) *en admettant la relation de van der Waals*,

$$Q_1 = Q + AW + A\,(p_0 v_1 - p_3 v_2)$$

b) *en admettant la relation de Clausius*,

$$Q_1' = Q' + AW + A\,(p_0 v_1 - p_3 v_2).$$

L'étude et la discussion de ces formules générales vont permettre d'examiner ce qui se passe dans la détente d'un gaz comprimé. Nous partirons de la relation de van der Waals et indiquerons en note les calculs faits en partant de la formule de Clausius.

Détente sans travail extérieur.

Détente d'un gaz parfait dans un simple robinet (sans échangeurs). — Rien n'implique que T_0 soit égal à T_3, mais a est nul et $c_3 = c_0 = c$, en sorte que l'on a :

$$Q = A\,(p_3 v_3 - p_0 v_0) + c\,(T_3 - T_0).$$

S'il y a refroidissement T_3 est inférieur à T_0 et par suite $p_3 v_3$ est inférieur à $p_0 v_0$ et Q est négatif, donc il doit y avoir échauffement.

Ce raisonnement par l'absurde prouve que Q doit nécessairement être nul, donc : *La détente d'un gaz parfait dans un simple robinet ne produit ni du froid ni de la chaleur.*

Détente d'un gaz parfait dans un simple robinet (avec échangeurs). — On a alors $T_3 = T_0$ par suite de la présence des échangeurs, et $(p_3 v_3 = p_0 v_0)$ (loi de Mariotte).

La relation précédente nous donne $Q = 0$ par suite : *La machine de Linde est impuissante à refroidir un gaz parfait.*

Cette conclusion n'a rien qui doive surprendre. La quantité de chaleur dégagée par la compression isothermique d'un tel gaz est en effet rigoureusement équivalente au travail qu'il est nécessaire de dépenser pour effectuer la compression. Le gaz comprimé a en lui la même quantité d'énergie interne que le gaz détendu. A partir du moment où le gaz est comprimé, il ne subit plus aucun contact avec l'extérieur ; si donc il se refroidissait, il y aurait production de froid sans contre-partie, ce qui serait en contradiction avec le principe de la conservation de l'énergie.

Détente d'un gaz réel dans un simple robinet (avec échangeurs). — Nous avons établi la relation :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$Q = Aa\left(\frac{1}{v_o} - \frac{1}{v_3}\right) + (c_3 - c_o)\,T_o\,(1) + A\,(p_3v_3 - p_ov_o)$$

$c_3 - c_o$ différence des chaleurs spécifiques à volume constant de l'air comprimé et de l'air détendu à la température d'entrée dans l'échangeur est très faible ; nous pouvons sans erreur sensible négliger cette différence.

Comme, d'autre part, $T_3 = T_o$ (1) on a :

$$p_3v_3 = \frac{RT_ov_3}{v_3 - b} - \frac{a}{v_3}$$

et

$$p_ov_o = \frac{RT_ov_o}{v_o - b} - \frac{a}{v_o}$$

par suite :

$$Q = A\left[2\left(\frac{a}{v_o} - \frac{a}{v_3}\right) + RT_o\left(\frac{v_3}{v_3 - b} - \frac{v_o}{v_o - b}\right)\right]$$
$$= A\,(v_3 - v_o)\left[\frac{2\,a}{v_ov_3} - \frac{bRT_o}{(v_o - b)\,(v_3 - b)}\right]$$

v_3 est toujours supérieur à v_o, le signe de Q est donc celui de :

$$\frac{2\,a}{v_o v_3} - \frac{bRT_o}{(v_o - b)\,(v_3 - b)}$$

soit, en négligeant b vis-à-vis de v_3, de :

$$\frac{2\,a}{v_o} - \frac{bRT_o}{v_o - b}$$

si donc l'on a :

$$T_o < \frac{2\,a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_o}\right)$$

Q sera positif et c'est du froid que le cycle étudié produira.

Si au contraire on a :

$$T_o > \frac{2\,a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_o}\right)$$

Q sera négatif et c'est de la chaleur que produira la transformation (2).

(1) T_3 est en effet égal à T_o pour une raison déjà indiquée.

(2) Avec la relation de Clausius on a :

$$Q = A\left[\frac{2K}{T_o}\left(\frac{1}{v_o + nb} - \frac{1}{v_3 + nb}\right) + (p_3v_3 - p_ov_o)\right] + (c_3 - c_o)T_o.$$

D'autre part on a, en admettant $T_3 = T_o$ (comme on l'a fait en partant de l'équation de van der Waals)

$$p_3v_3 = \frac{RT_ov_3}{v_3 - b} - \frac{Kv_3}{T_o(v_3 + nb)^2}$$

$$p_ov_o = \frac{RT_ov_o}{v_o - b} - \frac{Kv_o}{T_o(v_o + nb)^2}$$

d'où

$$p_3v_3 - p_ov_o = RT_o\left[\frac{v_3}{v_3 - b} - \frac{v_o}{v_o - b}\right] + \frac{K}{T_o}\left[\frac{v_o}{(v_o + nb)^2} - \frac{v_3}{(v_3 + nb)^2}\right]$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette discussion peut être faite en partant de la *réduite* de van der Waals, ce qui n'est pas sans intérêt.

Rappelons sommairement ce que c'est que cette *réduite :*

Les conditions critiques d'un gaz satisfont comme on sait aux équations :

$$f(p,v,T)=0$$
$$\frac{\partial p}{\partial v}=0$$
$$\frac{\partial^2 p}{\partial v^2}=0$$

Ces trois équations permettent de déterminer les constantes critiques p, v_c, T_c dont les valeurs sont, en admettant comme équation caractéristique $f(p, v, T) = 0$ la relation de van der Waals :

$$p_c=\frac{a}{27b^2}$$
$$v_c=3b$$
$$T_c=\frac{8a}{27bR}$$

Admettons maintenant que l'on mesure les pression, volume et température d'un gaz *en prenant comme unités la pression, le volume et la température critiques* de ce gaz. Les nouveaux nombres mesurant ces grandeurs seront :

$$p'=\frac{p}{p_c}$$
$$v'=\frac{v}{v_c}$$
$$T'=\frac{T}{T_c}$$

soit, en négligeant b vis-à-vis de v_3 et nb vis-à-vis de v_0 :

$$p_3v_3-p_0v_0=\frac{RT_0}{(v_0-b)\,v_3}(v_0-v_3)\,b+\frac{K}{T_0}\left(\frac{1}{v_0+nb}-\frac{1}{v_3+nb}\right)$$

et en portant ce résultat dans l'équation donnant Q, après avoir négligé comme ci-dessus (c_3-c_0)

$$Q=A\left[\frac{RT_0}{v_3}\left(\frac{v_0-v_3}{v_0-b}\right)b+\frac{3K}{T_0}\left(\frac{1}{(v_0+nb)}-\frac{1}{(v_3+nb)}\right)\right]$$
$$=A\left[\frac{RT_0}{v_3}\left(\frac{(v_0-v_3}{v_0-b}\right)b-\frac{3K}{T_0(v_3+nb)}\left(\frac{v_0-v_3}{v_0+nb}\right)\right]$$

Le signe de Q sera donc celui de

$$\frac{RT_0\,(v_0-v_3)}{(v_0-b)}b-\frac{3K}{T_0}\left(\frac{v_0-v_3}{v_0+nb}\right) \qquad [1]$$

(v_0-v_3), étant négatif, si l'on a

$$T_0>\sqrt{\frac{3K\,(v_0-b)}{R\,(v_0+nb)\,b}}$$

l'expression [1] sera négative, Q sera négatif et il y aura échauffement ;

Si au contraire on a

$$T_0<\sqrt{\frac{3K\,(v_0-b)}{R\,(v_0-nb)\,b}}$$

l'expression [1] sera positive et il y aura refroidissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la nouvelle équation caractéristique sera :

$$f(p_c p', v_c v', T_c T') = 0$$

En appliquant ce changement d'unités à la relation de van der Waals on trouve :

$$\left(p' + \frac{3}{v'^2}\right)(3\,v' - 1) = 8\,T'.$$

Dans cette équation a, b et R qui caractérisaient le gaz étudié ont disparu. Par suite, *à condition de mesurer les pression, volume et température en prenant les constantes critiques comme unités, tous les gaz ont la même équation caractéristique.* Autrement dit, la loi $f(p, v, T) = 0$ est la même pour tous les gaz, à condition de considérer ceux-ci dans *des états correspondants* par rapport à l'état critique.

Mesurons nos grandeurs avec les unités en question. L'équation caractéristique

$$\left(p' + \frac{3}{v'^2}\right)(3\,v' - 1) = 8\,T'$$

qu'on nomme la réduite de van der Waals permet de déterminer, par le même calcul que celui que nous avons développé U' et Q' on a :

$$U' = -\frac{3A'}{v'} + c'T' + C'^{e}$$

et :

$$Q' = 3A'\left(\frac{1}{v'_0} - \frac{1}{v'_3}\right) + A'(p'_3 v'_3 - p'_0 v'_0) + (c'_3 T'_3 - c'_0 T'_0).$$

En admettant comme nous l'avons fait ci-dessus $c'_3 = c'_0$ et $T'_3 = T'_0$ et en faisant le même calcul on trouve que pour :

$$T'_0 < \frac{27}{4} - \frac{9}{4v'_0},$$

il y a refroidissement;

Et que pour

$$T'_0 > \frac{27}{4} - \frac{9}{4v'_0},$$

il y a échauffement.

La température d'inversion est donc :

$$\frac{27}{4} - \frac{9}{4v'_0}$$

$$6{,}75 - \frac{2{,}25}{v'_0}$$

Il résulte immédiatement de ces considérations que *la limite supérieure de cette température d'inversion est 6,75 fois la température critique* (en admettant, bien entendu, que la relation de van der Waals soit exacte).

Appliquons à l'air.

Température critique $= -140°$ C $= 133°$ absolus $= 133°$ K

$133 \times 6{,}75 = 897°{,}75$ K $= 624°{,}75$ C.

Nous sommes donc certains qu'une machine de Linde alimentée par de l'air à 624°,75 ne produira pas de froid.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Appliquons à l'hydrogène.

$$\text{Température critique} = -246°,4\ \text{C} = 26°,6\ \text{K}$$
$$26°,6 \times 6,75 = 179°,55\ \text{K} = -93°,5\ \text{C}.$$

Pour obtenir un refroidissement avec l'hydrogène, il faut donc le refroidir avant entrée dans l'échangeur à au moins — 93°,5 C.

Appliquons à l'hélium.

$$\text{Température critique} = 5°\ \text{K}$$
$$5° \times 6,75 = 33°,75\ \text{K} = -239°,25\ \text{C}.$$

C'est donc au moins à — 239°,25 qu'il faut refroidir l'hélium, si l'on veut que, dans un appareil genre Linde, il produise du froid.

Il va sans dire que ces résultats pourraient être obtenus en appliquant au terme $\frac{2a}{b\mathrm{R}}$ les valeurs de a, b et R caractéristiques de chaque gaz. Ils le sont plus simplement en appliquant la méthode ci-dessus. Il était intéressant de noter ces chiffres, au sujet des quelques lignes qui vont suivre sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium.

Les chiffres déterminés ci-dessus ne constituent, d'ailleurs, que des *limites supérieures* de la température d'inversion. Pour avoir cette température d'inversion exacte il faudrait en retrancher la valeur correspondant à $\frac{2,25}{v'_o}$.

Liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium. — Ces résultats sont très intéressants à noter en ce qui concerne la liquéfaction des gaz très difficilement liquéfiables en général. Comme nous venons de le voir, l'air se refroidit dans un appareil von Linde, la température d'entrée dans l'échangeur étant la température ambiante; au contraire dans les mêmes conditions, l'hydrogène s'échauffe.

La méthode de Linde n'était donc pas propre à liquéfier l'hydrogène.

Dès 1877 deux méthodes générales bien connues, celle de Cailletet et celle de Pictet, étaient indiquées pour liquéfier les gaz dits permanents.

Le procédé Linde qui se rapproche de la première est impuissant à la température ambiante en ce qui concerne l'hydrogène et ses similaires (hélium), nous l'avons vu (1).

Quant à la méthode Pictet, elle nécessite, pour parvenir à ces températures très basses, des intermédiaires. On en trouve jusqu'à l'air liquide mais on ne peut aller au delà. Le point critique de l'hydrogène est en effet de — 246° alors que les températures de *solidification* de l'oxygène (— 225°C) et de l'azote (— 213° C) sont bien supérieures.

Comme on le sait l'hydrogène fut cependant liquéfié par le professeur Dewar. Pour y parvenir, que fallait-il? d'après ce qui précède, il suffisait de diminuer T_o et d'appliquer le procédé Linde.

La valeur maxima de T_o compatible avec le refroidissement est $\frac{2a}{b\mathrm{R}}$.

Les valeurs de a et b extraites d'une communication du laboratoire cryogène de

(1) Cela ne veut pas dire que pour liquéfier ces corps il n'y avait rien à espérer tirer du processus Cailletet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Leyde (Communication n° 70, suite, de M. J. C. Schalkwijk) sont pour un produit $p\,v = 1$ $\left(\text{soit } R = \frac{1}{273}\right)$.

$$a = 0{,}00030$$
$$b = 0{,}00091.$$

Le maximum de T_o permettant le refroidissement est par suite :

$$\frac{2a}{bR} = \frac{2 \times 0{,}0003 \times 273}{0{,}00091}$$

soit 180° absolus, soit — 93° C. (chiffre déjà établi ci-dessus).

Il va sans dire que cette température est loin de suffire, il faut en effet en retrancher la valeur $\frac{2a}{v_o R}$ et en outre, il faut descendre au-dessous pour qu'il y ait refroidissement.

C'est en refroidissant avant sa détente l'hydrogène, à la température de l'air liquide bouillant sous pression réduite, que l'on a pu se placer dans des conditions telles que le gaz se refroidisse par sa détente et par suite se liquéfie lui-même.

On a même été au delà. Le professeur Kamerlingh Onnes, qui depuis de nombreuses années fait au laboratoire cryogène de Leyde, dont il a la direction, des recherches sur les propriétés des corps aux très basses températures, a pu liquéfier l'hélium, en le détendant sans travail extérieur, après l'avoir préalablement refroidi à la température de l'hydrogène liquide. Les recherches sur les isothermes de l'hélium, qu'il avait faites antérieurement, lui ont permis de réussir dès la première expérience qu'il a tentée le 10 juillet 1908.

On appréciera comme il convient ce magnifique résultat lorsque l'on saura que le point critique de l'hélium est estimé par Kamerlingh Onnes à 5 degrés absolus environ.

Revenons à la machine Linde.

L'expression.

$$Q = A\,(v_3 - v_o)\left[\frac{2a}{r_o v_3} - \frac{bRT_o}{(v_o - b)\,(v_3 - b)}\right]$$

peut s'écrire

$$Q = A\left(\frac{1}{v_o} - \frac{1}{v_3}\right)\left[2a - \frac{bRT_o v_o}{v_o - b}\right]$$

en négligeant b par rapport à v_3.

Cette relation donne Q en fonction de 3 variables indépendantes v_o, v_3, T_o en sorte que la représentation de Q serait à faire dans un espace à quatre dimensions.

Sur ces trois variables indépendantes, il y en a deux v_3 et T_o dont l'action sur Q est fort simple à déterminer.

Action de T_o sur Q. — L'équation ci-dessus montre que, toutes choses égales d'ailleurs, Q sera d'autant plus grand que T_o sera faible. Il y a donc intérêt à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diminuer, autant que possible, la température d'entrée dans l'échangeur.

Ceci commence à faire entrevoir la raison d'une machine frigorifique auxiliaire que Linde a adjointe à son appareil.

Des conditions pratiques limitent cependant T_o. D'une part, il faut en effet que cette température puisse être aisément réalisée d'une manière industrielle; d'autre part, il faut que ce refroidissement ne coûte pas trop d'énergie.

Le docteur von Linde s'est arrêté à une valeur de — 50° C. environ, qu'on peut aisément et économiquement atteindre avec une bonne machine frigorifique à ammoniaque. Cette température se justifie parfaitement par ces considérations d'ordre pratique. Une fois T_o déterminé, Q est fonction de v_o et de v_3 et peut se représenter par une surface, dans un espace à trois dimensions.

Action de v_3 sur Q. — On voit immédiatement, sur l'équation donnant Q, que Q sera d'autant plus grand que v_3 sera grand. Au point de vue de la production spécifique (quantité de froid produite par kg d'air traité), il y a donc intérêt à détendre complètement. Nous verrons d'ailleurs que la réalisation du meilleur rendement possible (maximum de froid produit par kgm dépensé) assigne une limite supérieure à v_3 par suite une limite inférieure à la pression de fin de détente.

Action de v_o sur Q. — L'action de v_o sur Q ne peut pas se voir aussi simplement que celles de T_o et de v_3. Pour l'étudier dérivons Q par rapport à v_o et étudions le signe de la dérivée.

On a :

$$Q = A\left(\frac{1}{v_o} - \frac{1}{v_3}\right)\left[2a - \frac{bRT_o v_o}{v_o - b}\right]$$

d'où :

$$\frac{\partial Q}{\partial v_o} = \frac{A}{v_o}\left[-\frac{1}{v_o}\left(2a - \frac{bRT_o v_o}{v_o - b}\right) + \frac{v_3 - v_o}{v_3}\,\frac{b^2 RT_o}{(v_o - b)^2}\right].$$

En remarquant que v_o, v_3, et $v_o - b$ sont nécessairement positifs et en négligeant b vis-à-vis de v_3, cette expression a même signe que :

$$-v_o^2\,[2a - bRT_o] + 4abv_o - 2ab^2.$$

La discussion complète du signe de cette relation demande la distinction de deux cas :

1°) $\quad 2a - bRT_o < 0.$

2°) $\quad 2a - bRT_o > 0.$

Étudions immédiatement le premier cas qui correspond à une production de chaleur et sort par conséquent de notre sujet. Nous discuterons ensuite le second.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$2a - b\mathrm{RT}_0 < 0$. C'est le cas de l'hydrogène à la température ambiante, l'expression a deux racines réelles, l'une positive, l'autre négative, la plus grande en valeur absolue est négative, b est supérieur à la plus grande racine, par conséquent, v_0 étant nécessairement supérieur à b, $\left(\frac{\partial Q}{\partial v_0}\right)$ est positif quel que soit v_0 ; par suite Q croît avec v_0 soit quand p_0 diminue ; Q étant négatif, sa valeur absolue croît avec p_0 c'est-à-dire que la quantité de chaleur produite par la transformation est d'autant plus grande que la pression p_0 est plus élevée, résultat qui ne doit pas nous surprendre.

$2a - b\mathrm{RT}_0 > 0$. *Machine de Linde.* — (C'est le cas de l'air à la température ambiante, c'est donc le cas de la machine de Linde.) L'expression ci-dessus a 2 racines positives dont la plus faible est à rejeter comme inférieure à b. La racine à conserver est :

$$\frac{2ab + \sqrt{2ab^2\mathrm{RT}_0}}{2a - b\mathrm{RT}_0} \text{ (1).}$$

Pour cette valeur du volume spécifique v_0 la dérivée s'annule, en passant du signe + au signe —, la fonction Q passe donc par un maximum (2). Les considérations qui précèdent permettent de dresser le tableau suivant qui résume les variations du fonctionnement d'une machine de Linde, en admettant que v_3 soit assez grand pour que b puisse être négligé vis-à-vis de v_3.

Valeurs de p_0.		Décroît.		Décroît.		Décroît.	p_3
Valeurs de v_0.	b	Croît.	$\frac{2ab}{2a - b\mathrm{RT}_0}$	Croît.	$\frac{2ab + \sqrt{2ab^2\mathrm{RT}_0}}{2a - b\mathrm{RT}_0}$	Croît.	v_3
Q.		Négatif.	0	Croît.	Maximum.	Décroît.	0

D'où le tracé de la courbe donnant les variations de Q en fonction de v_0. Cette courbe détermine les variations de la quantité de froid produite dans un appareil de Linde par la détente de 1 kg d'air, d'une pression variable correspondant à un volume spécifique v_0 à une pression fixe correspondant à un volume spécifique v_3, la température d'entrée dans l'échangeur étant fixe. La figure 6 représente son allure ; toutefois l'échelle des v_0 n'a pas été respectée, notamment dans le voisinage des très petits v_0.

(1) Cette discussion peut également être faite en partant de la réduite de van der Waals.

On arrive, dans le cas où $(27 - 4\mathrm{T}'_0)$ est positif à la valeur $v'_0 = \frac{9 + \sqrt{12\mathrm{T}'_0}}{27 - 4\mathrm{T}'_0}$, correspondant au maximum de froid produit par kilogramme de gaz traité.

Nous ne reproduisons pas le calcul qui se conduit identiquement comme le calcul déjà fait.

(2) Ce maximum est le maximum de froid par kg d'air traité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette courbe montre que T_o étant déterminé, il y a une très petite région des valeurs de v_o qui permet d'obtenir une quantité de froid appréciable par kilogramme d'air traité. Cette petite région des valeurs de v_o correspond d'ailleurs à une région beaucoup plus importante des valeurs correspondantes de p_o.

La théorie précédente a l'avantage de nous montrer que pour augmenter autant que possible la quantité de froid produite par kg d'air traité il faut :

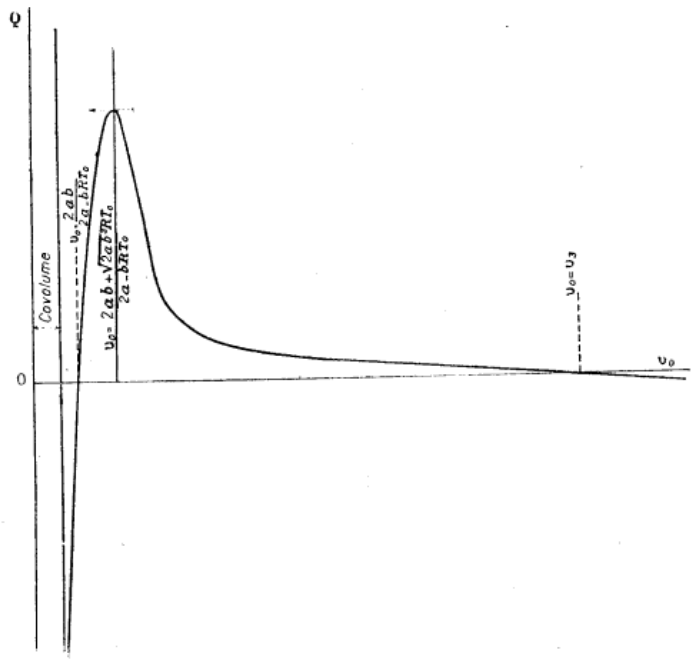


Fig. 6. — Courbe donnant les variations de Q en fonction de v_o.

1° Réaliser à l'entrée dans l'échangeur une température aussi basse que possible dont la limite est d'ailleurs fixée par la pratique.

2° Détendre aussi loin que l'on peut.

3° Comprimer à une pression p_o déterminée qui ne dépend que de T_o et pour laquelle Q passe par un maximum.

La surface $Q = f(v_o, v_3)$ représentée par les figures 7 et 10 résume ce qui précède. Elle a été construite en admettant $T_o = -50°$ C et en prenant comme unités des unités un peu spéciales mais qui ont l'avantage de simplifier les calculs et notamment d'éviter les nombreuses décimales. Le volume, la pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la température critiques sont respectivement les unités de volume, de pression et de température. On y lit très aisément les propriétés que nous venons d'énoncer (1).

Recherche du meilleur rendement de l'appareil von Linde ($(2a - bRT_0) > 0$). — Doit-on s'arrêter à ces considérations? Le docteur von Linde s'en est-il tenu là?

Il est incontestable qu'il faut augmenter autant que faire se peut la quantité

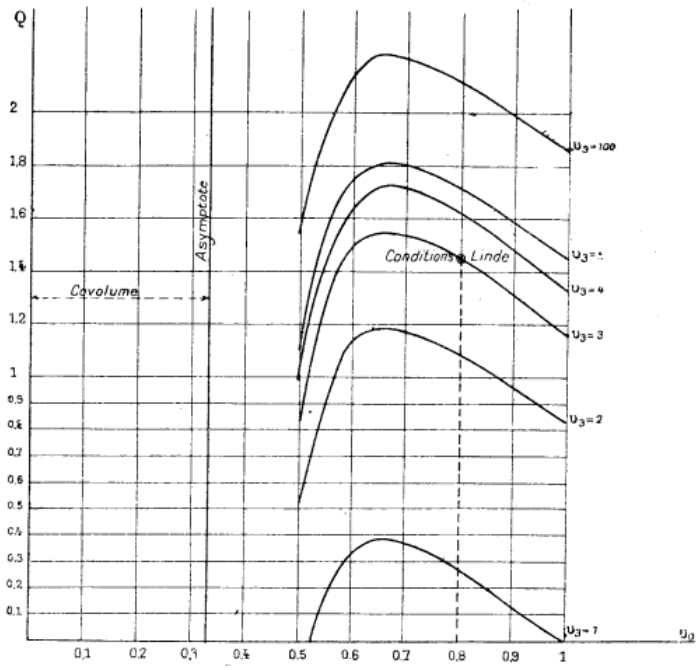


Fig. 7. — Représentation de la surface $Q = f(v_2, v_3)$.

de froid produite par kg d'air traité. C'est évidemment ainsi que l'on réduira les pertes à leur minimum relatif. Mais il faut, pour que cette manière de faire soit judicieuse, que cela ne soit pas au détriment de la dépense d'énergie. La véritable matière première de l'industrie qui nous occupe c'est en effet le travail qu'il y a à dépenser, et c'est lui qu'il faut tendre à diminuer autant que possible pour une quantité de froid déterminée.

(1) Le tableau de la page 31 montre que la valeur de v_0 différente de v_3 pour laquelle Q s'annule ne dépend pas de v_3. La figure 7 prouve que cette valeur est fonction de v_3, tout au moins pour v_3 compris entre 1 et 2. Cela provient de ce fait que, dans l'établissement du tableau, on a négligé b vis-à-vis de v_3, alors que les graphiques ont été construits sans rien négliger.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Autrement dit, W étant l'énergie à dépenser pour comprimer l'air de v_3 à v_0 (1) c'est $\frac{Q}{W}$ qu'il faut rendre maximum, tout en restant si possible au voisinage du maximum de Q.

T_0 étant déterminé, la fonction $\frac{Q}{W}$ dépend uniquement de v_0 et de v_3 et peut

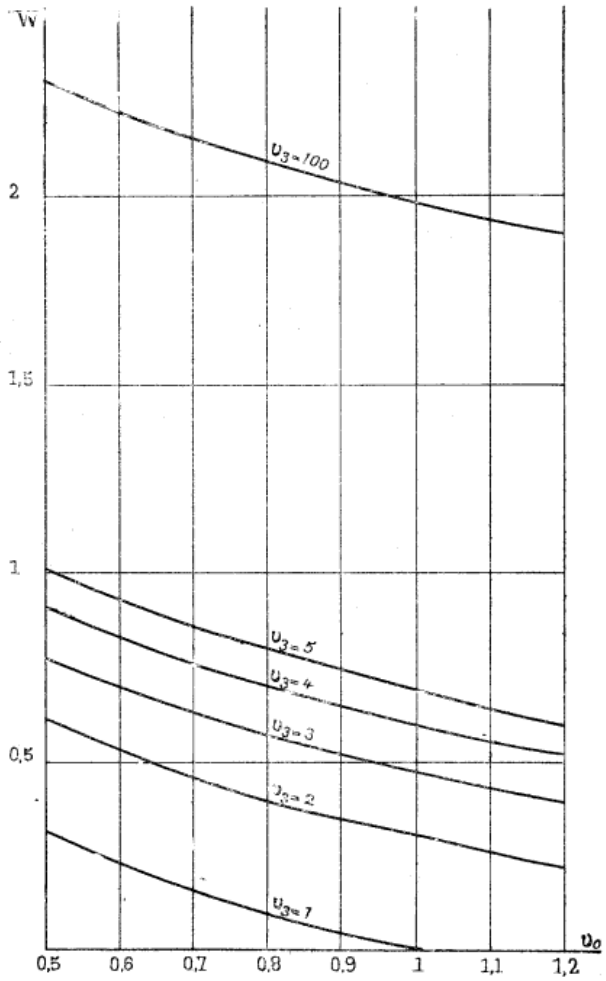


Fig. 8. — Représentation de la surface $W = \varphi(v_0 v_3)$

être représentée par une surface dans un espace à trois dimensions. C'est au voisinage du point où le plan tangent à cette surface est parallèle au plan des

(1) Une faible proportion seulement de l'air se liquéfie dans l'appareil. La fraction la plus importante, non liquéfiée, quittera l'appareil sous la pression correspondant à v_3. Elle sera à comprimer de v_3 à v_0.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

v_0 v_3 et est situé au-dessus de cette surface qu'il y aurait intérêt à se placer. Ce maximum de $\frac{Q}{W}$ existe-t-il? est-il compatible avec celui de Q?

Pour répondre à ces questions, construisons la surface des W (fig. 8) puis

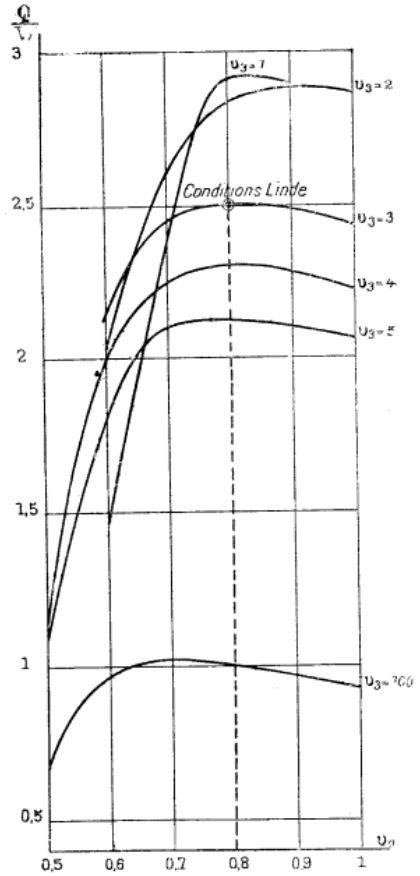


Fig. 9. — Représentation de la surface $\frac{Q}{W} = \psi(v_0\, v_3)$.

la surface des $\frac{Q}{W}$ (fig. 9 et 10)(1) Ces deux dernières figures montrent que les conditions à appliquer pour que $\frac{Q}{W}$ soit maximum (T_0 étant égal à — 50°) sont voisines de $v_0 = 0{,}8$ à $0{,}9$ $v_3 = 1$ à 2.

Ces conditions ne sont cependant pas bien fameuses car elles correspondent

(1) Ces deux surfaces ont été construites, comme la précédente, en prenant les constantes critiques comme unités (et en admettant $T_0 = -50°$ C. La surface W a été calculée en admettant que la compression de v_3 à v_0 était isothermique (à + 20° C).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à une production de froid par kg d'air traité beaucoup trop faible (fig. 7 et 10). Comme les pertes de froid (imperfection des échangeurs, défauts d'isolement) sont sensiblement les mêmes par kg d'air traité quelles que soient les conditions v_0 et v_3, le rendement *pratique* sera mauvais, bien que le rendement *théorique* soit très bon.

Voyons comment s'y est pris von Linde; T_0 étant, comme nous l'avons

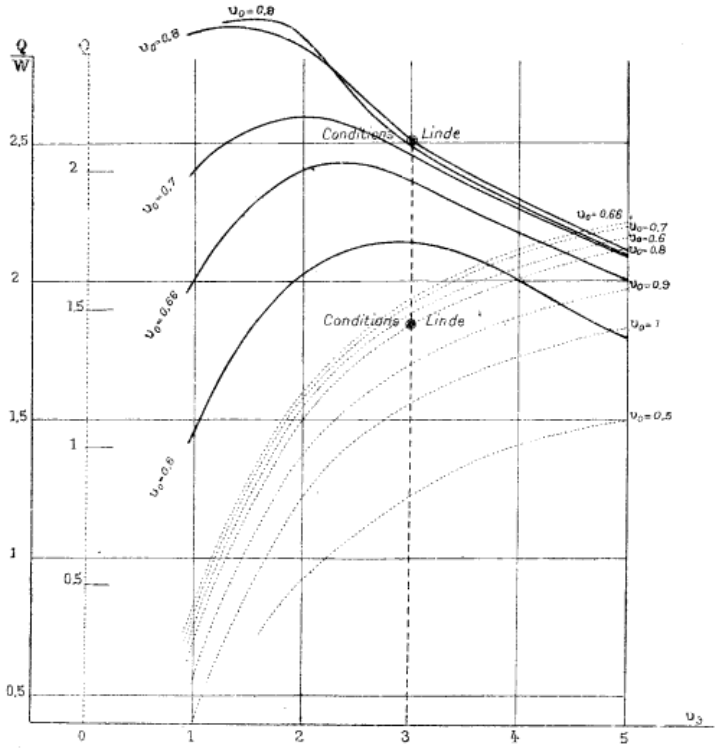


Fig. 10. — Représentation des surfaces $\frac{Q}{W}$ et Q.

expliqué, déterminé, les deux conditions principales à réaliser sont :

1° Q maximum.

2° $\frac{Q}{W}$ maximum.

Ce qui précède nous apprend que pour que la première soit réalisée, il faut que v_3 soit très grand. Les figures 9 et 10 montrent que pour que la seconde le soit, il faut que v_3 soit très petit.

Les conditions admises par le docteur Linde balancent justement ces conclusions incompatibles. Les graphiques (fig. 7, 9 et 10) nous indiquent en effet que pour $v_3 = 3$, Q et $\frac{Q}{W}$ sont l'un et l'autre très importants. Or le calcul

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montre que ce volume $v_3 = 3$ (étant donné les unités que nous avons choisies) correspond très sensiblement à une pression p_3 de 50 atmosphères. C'est précisément la pression de fin de détente choisie par Linde dans ses appareils.

Quant à la pression initiale p_0 elle peut être déterminée comme suit : la condition $\frac{Q}{W}$ maximum implique v_0 voisin de 0,8 (fig. 9). Pour cette valeur Q n'est pas très éloigné de son maximum et p_0 est de 200 atmosphères environ, condition également admise par le docteur von Linde.

On peut se demander s'il n'y aurait pas avantage à diminuer légèrement v_0 et à lui donner une valeur intermédiaire entre celles qui rendent Q et $\frac{Q}{W}$ maximum par exemple 0,7. On augmenterait ainsi très légèrement Q. Comme nous l'avons déjà expliqué, le maximum de $\frac{Q}{W}$ importe plus que celui de Q. Cette valeur v_0=0,7 correspondrait au demeurant à une pression $p_0 = 240$ atmosphères. Or, en 1895 dans ses premiers essais, Linde détendait l'air à partir de 220 atmosphères (*Génie Civil 1897*).

Linde ne détend donc pas, jusqu'à la pression atmosphérique, mais jusqu'à une cinquantaine d'atmosphères (1). L'air qui se liquéfie dans l'appareil (soit 10 p. 100 environ) est remplacé par de l'air à 50 atmosphères qu'un groupe de cylindres du compresseur est chargé de fournir.

Réfrigération auxiliaire. — Nous avons montré ci-dessus qu'il y avait lieu de refroidir, au moyen d'une machine frigorifique auxiliaire, l'air à son entrée dans l'échangeur et de réaliser, à cette entrée dans l'échangeur, une température aussi basse que possible. Quel est le rôle physique de cette réfrigération préalable? C'est de venir en aide à l'air détendu sortant de l'appareil. Cet air détendu a, en effet, une chaleur spécifique sous pression constante moindre que celle de l'air comprimé, ainsi que le montre le tableau suivant (2), qui a été établi par Linde :

(1) Une autre méthode que celle de Linde, connue sous le nom de méthode de Hampson, utilise la détente sans travail extérieur. Ses caractéristiques sont les suivantes :

Pas de réfrigération auxiliaire, pression initiale 200 atmosphères, pression finale 1 atmosphère.

Cet appareil donne plus de froid par kg d'air traité que l'appareil de Linde. Au bout de 10 minutes environ, il donne de l'air liquide alors que l'appareil Linde demande au moins une demi-heure pour en produire. Mais il a l'inconvénient de ne donner qu'à peine 0l,20 à 0l,30 d'air liquide par cheval-heure, alors que l'appareil Linde perfectionné en fournit environ 0l,60. Ces faits sont expliqués nettement par la théorie précédente.

(2) L'allure de ce tableau peut être aisément prévue par le raisonnement comme suit :

De la relation :

$$dQ = cdT + \frac{Aa}{p^2}\,dv + Apdv$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pressions.

Température.	1 atm.	10 atm.	20	40	70	100
100	0,237	0,239	0,240	0,245	0,250	0,258
0	0,238	0,242	0,247	0,251	0,277	0,298
— 50 . . .	0,238	0,246	0,257	0,279	0,332	0,412
— 100	0,239	0,259	0,285	0,370	0,846	»
— 150	0,240	0,311	0,505	»	»	»

La quantité de chaleur dégagée par l'air comprimé pendant son parcours dans l'échangeur, devant nécessairement être égale à celle qu'absorbe l'air détendu, il faut que ce dernier comble la différence aux dépens d'une partie du froid produit par la détente elle-même. Pour éviter cet effet, on utilise une machine frigorifique auxiliaire, qui vient secourir l'air détendu dont la chaleur spécifique est trop faible.

Le schéma de la figure 11 représente l'ensemble des installations d'un appareil Linde perfectionné. Le machine frigorifique à ammoniac y vient en aide à l'air détendu entre les points A et B.

Proportion d'air liquide qui peut se former. — Il est donc bien établi maintenant qu'une machine genre Linde fonctionnant avec un gaz tel que l'air pro-

nous déduisons la chaleur spécifique à pression constante p dans les conditions envisagées :

$$\frac{\partial Q}{\partial} = c + A\left(p + \frac{a}{v^2}\right)\frac{\partial v}{\partial T} = c + \frac{ART}{v-b}\frac{\partial v}{\partial T}.$$

De :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v-b) = RT$$

nous déduisons :

$$\frac{\partial v}{\partial T} = \frac{R}{\left(p + \frac{a}{v^2}\right) - \frac{2a}{v^3}(v-b)} = \frac{R}{\frac{RT}{v-b} - \frac{2a}{v^3}(v-b)}$$

d'où :

$$\frac{\partial Q}{\partial T} = c + \frac{ART}{v-b} \times \frac{R}{\frac{RT}{v-b} - \frac{2a}{v^3}(v-b)} = c + \frac{AR^2}{R - \frac{2a}{v^3}\frac{(v-b)^2}{T}}.$$

En étudiant analytiquement cette expression on y lit aisément que, à une température déterminée, la chaleur spécifique à pression constante est d'autant plus forte que v est petit soit que la pression est grande.

Cette expression peut d'ailleurs s'écrire :

$$\frac{\partial Q}{\partial T} = c + \frac{AR}{1 - \frac{2a}{v^3}\frac{(v-b)}{\left(p + \frac{a}{v^2}\right)}} = c + \frac{AR}{1 - \frac{2a(v-b)}{pv^3 + av}}$$

qui montre que, à une pression déterminée, la chaleur spécifique à pression constante est d'autant plus grande que le volume est petit soit que la température est faible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duit du froid, puisque ce gaz nécessite de la chaleur pour parcourir le cycle et qu'on ne lui en fournit pas. Par suite, la température au robinet de détente va s'abaisser et rien de ce qui précède n'impose que cet abaissement ait une limite. Au bout d'un certain temps, cette température atteindra une valeur assez basse

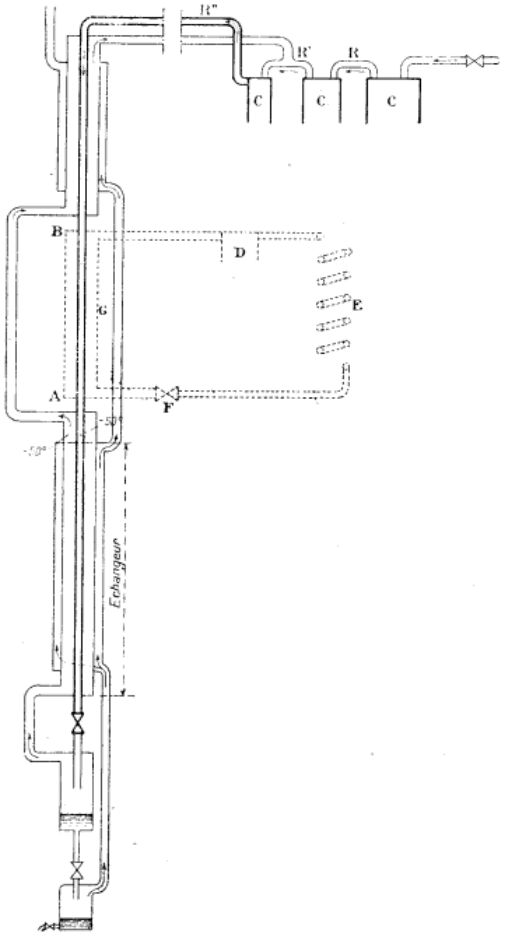


Fig. 11. — Schéma d'un appareil von Linde perfectionné. — C, cylindres du compresseur d'air; — R, R', R'' réfrigérants du compresseur d'air; — D, compresseur à gaz ammoniaque; — E, condenseur à ammoniaque; — F, robinet de détente à ammoniac; — G, réfrigérant à ammoniaque.

pour que la liquéfaction d'une fraction de l'air se produise. C'est la chaleur dégagée par cette liquéfaction qui, à partir de ce moment, fournira à l'air non liquéfié l'énergie dont il a besoin pour parcourir le cycle et qui, partant, imposera une limite inférieure à la température.

Soient :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M la masse de gaz entrant dans l'appareil,

m la masse qui se liquéfie,

λ la chaleur de liquéfaction du liquide dans les conditions de température et de pression où il s'est formé.

La quantité de chaleur qu'il a fallu enlever à m pour le liquéfier est :

$$-m\int_{T_2}^{T_0} dQ - m\lambda = +m\int_{T_0}^{T_2} dQ - m\lambda.$$

D'autre part la quantité de chaleur absorbée par le corps qui parcourt de bout en bout le cycle est :

$$(M - m)\,Q.$$

Nous aurons donc :

$$(M - m)\,Q = +m\int_{T_0}^{T_2} dQ - m\lambda,$$

d'où :

$$MQ = mQ + m\int_{T_0}^{T_2} dQ - m\lambda$$

soit :

$$\frac{m}{M} = \frac{Q}{Q + \int_{T_0}^{T_2} dQ - \lambda}$$

Calculons :

$$\int_{T_0}^{T_2} dQ,$$

Nous avons :

$$dQ = \frac{Aa}{v^2}\,dv + dcT + Ad\,(pv)$$

d'où en négligeant les variations de c :

$$\int_{T_0}^{T_2} dQ = \left(\frac{Aa}{v_0} - \frac{Aa}{v}\right) + c\,(T_2 - T_0) + A\,(p_3v_3 - p_0v_0)$$

et par suite :

$$\frac{m}{M} = \frac{Aa\left(\frac{1}{v_0} - \frac{1}{v_3}\right) + (c_3 - c_0)\,T_0 + A\,(p_3v_3 - p_0v_0)}{Aa\left(\frac{1}{v_0} - \frac{1}{v_3}\right) + (c_3 - c_0)\,T_0 + A\,(p_3v_3 - p_0v_0) + Aa\left(\frac{1}{v_0} - \frac{1}{v_2}\right) + c\,(T_2 - T_0) + A\,(p_3v_2 - v_0p_0) - \lambda}$$

Nous sommes donc en mesure de déterminer la quantité d'air liquide que permet d'obtenir un cheval-heure.

En admettant qu'on liquéfie 1/10 de l'air traité, 1/10 est à comprimer de 1 à 200 atmosphères, les 9/10 de 50 à 200.

La quantité de froid produite pourra être aisément déterminée par les relations que nous avons établies.

M. G. Claude, dans son ouvrage « Air liquide, oxygène et azote », édition 1909,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

évalue, par une méthode différente de la nôtre (1), le rendement théorique des appareils à air liquide de Linde à 90 calories extraites par cheval heure dépensé (2), tout compte fait de l'énergie nécessitée par la réfrigération auxiliaire.

Ces considérations montrent que tous les résultats qu'on peut attendre de la méthode « détente de l'air sans travail extérieur » ont été atteints par le docteur von Linde, étant admis que la température d'entrée dans l'échangeur est voisine de — 50° C. Un perfectionnement que l'on pourrait rechercher réside dans l'essai d'une température T_o inférieure à — 50° C. Il en résulterait certainement, d'après ce que nous avons établi, une amélioration dans la production spécifique de l'appareil proprement dit (3) ; mais il est à remarquer que le travail de la machine frigorifique à ammoniac serait plus coûteux :

1° en raison de ce que les frigories à produire seraient elles-mêmes plus onéreuses, comme devant l'être à une température plus basse ;

2° en raison de ce que ces frigories seraient plus nombreuses, étant donné la plus grande différence de capacité calorifique entre l'air comprimé et l'air détendu, depuis la température ambiante jusqu'à une température inférieure à — 50° C.

Nous nous en tiendrons là, en ce qui concerne l'étude de la méthode de Linde, méthode de laquelle ce grand physicien a tiré comme nous venons de le montrer tout le parti que l'on pouvait pratiquement en tirer.

Détente d'un gaz réel dans un simple robinet sans échangeurs. — La caractéristique qui distingue ce cas du précédent est que T_3 peut être différent de T_o, l'expression de Q est alors :

$$Q = Aa\left(\frac{1}{v_o} - \frac{1}{v_3}\right) + c\,(T_3 - T_o) + A\,(p_3 v_3 - p_o v_o).$$

Or on a :

$$\begin{cases} p_3 v_3 = \dfrac{RT_3 v_3}{v_3 - b} - \dfrac{a}{v_3} & \text{(équation 1)} \\ p_o v_o = \dfrac{RT_o v_o}{v_o - b} - \dfrac{a}{v_o} & \text{(égalité)} \end{cases}$$

D'où :

$$Q = 2Aa\left(\frac{1}{v_o} - \frac{1}{v_3}\right) + c\,(T_3 - T_o) + AR\left(\frac{v_3 T_3}{v_3 - b} - \frac{v_o T_o}{v_o - b}\right) \qquad \text{(équation 2)}.$$

La différence qui peut exister ici entre T_3 et T_o nécessite la connaissance d'une condition de plus.

Les deux équations (1) et (2) ont en effet 3 inconnues, savoir v_3, T_3, Q.

(1) Et qui aboutit à des formules analogues.
(2) Sur l'arbre de compresseur.
(3) C'est-à-dire que 1 kg d'air traité donnerait plus de froid.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Afin de traiter le problème dans toute sa généralité, il faudrait donc faire une hypothèse sur *la loi de détente* $f(p,v) = 0$.

Mais les calculs auxquels on aboutirait seraient compliqués. Aussi nous en tirerons-nous autrement.

Bornons-nous, quant à présent, à examiner 2 cas :

1° $T_3 = T_0$ la détente est isothermique.

2° $Q = 0$ la détente est adiabatique et le bilan se solde au moyen de la quantité de chaleur positive ou négative $c\,(T_3 - T_0)$ que l'on retrouve dans le gaz.

1° $T_3 = T_0$ *la détente est isothermique.* — L'équation (2) ci-dessus se réduit à ce qu'elle était dans le cas de la machine de Linde. Par suite si l'on a :

$$T_0 < \frac{2a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_0}\right)$$

Q sera positif et il faudra *fournir de la chaleur au gaz qui se détend* pour maintenir sa température constante. Si on a au contraire :

$$T_0 > \frac{2a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_0}\right)$$

Q sera négatif et il faudra *enlever de la chaleur au gaz qui se détend* pour maintenir sa température constante.

2° $Q = 0$ *la détente est adiabatique.* — Alors l'équation (2) se réduit à :

$$c\,(T_0 - T_3) = 2Aa\left(\frac{1}{v_0} - \frac{1}{v_3}\right) + AR\left(\frac{v_3 T_3}{v_3 - b} - \frac{v_0 T_0}{v_0 - b}\right) \qquad (3)$$

Un équilibre s'établira et la température T_3 prendra une valeur définie par cette équation et par l'équation (1).

Analysons les choses de plus près. Au début du fonctionnement, rien n'impose $T_0 > T_3$ plutôt que $T_0 < T_3$. Si T_3 était égal à T_0 le second membre serait positif ou négatif suivant que T_0 est inférieur ou supérieur à $\frac{2a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_0}\right)$.

Supposons par exemple $T_0 < \frac{2a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_0}\right)$, en admettant $T_3 = T_0$ le second membre est positif. Cela implique que le premier soit positif et par suite $T_3 < T_0$. Quelle sera l'action de $T_3 < T_0$ sur le second? Il suffit d'examiner l'équation pour se rendre compte que cette action sera de diminuer ce second membre.

Ce raisonnement nous montre que si l'on a $T_0 < \frac{2a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_0}\right)$, il y a une seule valeur de T_3 compatible avec l'équation (3) et que cette valeur est inférieure à T_0.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les conclusions établies ci-dessus en ce qui concerne le refroidissement ou l'échauffement subsistent donc dans le cas de la détente d'un gaz dans un simple robinet sans échangeurs, tout au moins si la détente se fait isothermiquement ou adiabatiquement. Il en est de même si la détente se fait suivant une loi comprise entre l'isothermique et l'adiabatique ; c'est-à-dire *si* Q *reste dans certaines limites*. L'équation (2) peut, en effet, s'écrire

$$Q + c\,(T_0 - T_3) = 2\,Aa\left(\frac{1}{v_0} - \frac{1}{v_3}\right) + AR\left(\frac{c_3 T_3}{v_3 - b} - \frac{c_0 T_0}{v_0 - b}\right)$$

et sous cette réserve (Q compris entre certaines limites) le raisonnement ci-dessus s'applique encore.

Au demeurant, il était bien évident, *a priori*, qu'il devait en être ainsi. Au début du fonctionnement d'un appareil de Linde, avant que les températures dans les échangeurs n'aient pu s'abaisser c'est ce cas qui est réalisé. Il fallait donc que les conclusions auxquelles nous avons abouti dans l'étude de cet appareil en ce qui concerne l'influence de T_0 sur le signe de Q s'appliquent au cas présent.

Résumé. — Nous nous en tiendrons là en ce qui concerne l'étude de la détente d'un gaz comprimé dans un simple robinet.

Nos conclusions sont résumées ci-dessous :

Gaz parfait. — La détente d'un gaz parfait ne produit ni dégagement ni absorption de chaleur.

Gaz réel. — Supposé suivre la relation de van der Waals.

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT.$$

$$T_0 < \frac{2a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{c_0}\right)$$

Il y a absorption de chaleur.

$$T_0 > \frac{2a}{R}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{v_0}\right)$$

Il y a dégagement de chaleur.

Détente avec travail extérieur récupérable.

(Méthode de M. G. Claude.)

Généralités. — Nous avons établi au début de cet exposé que la quantité totale de froid produit Q était :

$$Q = (U_3 - U_0) + A\,(p_3 v_3 - p_0 v_0) + A\,(p_0 v_1 - p_3 v_2) + AW$$

W étant le travail extérieur fourni par la détente de l'air comprimé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'existence de ce terme AW augmente considérablement Q, c'est un premier avantage de la méthode. En second lieu, bien que le travail de la détente soit infiniment plus faible que celui de la compression, comme se faisant à une température beaucoup plus basse, il peut être utilisé et vient en déduction du travail de compression. En sorte qu'il y a là une double raison pour que l'obtention d'un kilogramme d'air liquide coûte moins d'énergie que dans la méthode de Linde. Encore faut-il que la détente avec travail extérieur soit utilisée pour cela très judicieusement et, à cet effet, que $(p_0 v_1 - p_3 v_2) + W$ soit aussi grand que possible.

En ce qui concerne W, la thermodynamique nous enseigne qu'il faut, pour atteindre ce résultat, que la détente s'effectue à une température aussi élevée que possible (Le tableau de Witkowski, dont il sera question plus loin, nous montre encore bien davantage qu'il faut qu'il en soit ainsi.)

Voyons quelle est l'action de ce relèvement de températures sur $(p_0 v_1 - p_3 v_2)$. Nous ne nous adresserons pas pour cela à la relation de van der Waals. Si cette relation peut, en effet, être considérée comme très sensiblement exacte, à des températures voisines de la température ambiante, — ce qui était le cas de la méthode de Linde, — elle a été améliorée, notamment par Clausius et Sarrau qui ont proposé, en se basant sur des expériences plus précises, de la modifier et de faire intervenir la température dans l'attraction moléculaire.

Des expériences faites en 1891 par Witkowski sur la compressibilité de l'air aux basses températures d'une part et la loi des états correspondants de l'autre nous fournissent les éléments de la discussion. Witkowski a dressé un tableau donnant les valeurs des produits $p\,v$ en fonction de la pression à diverses températures. Nous reproduisons ce tableau, modifié de manière à s'appliquer à 1 kg d'air et à ce que les produits $p\,v$ soient exprimés en kilogrammètres.

Refroidissement. — La pression généralement admise dans les appareils Claude étant au maximum de 40 atmosphères et la température d'admission étant la température ambiante, les conditions requises pour que

$$(U_3 - U_0) + A\,(p_3 v_3 - p_0 v_0)$$

soit positif sont réalisées. (Ces conditions ont été établies ci-dessus, à propos de la méthode de Linde en partant de l'équation de van der Waals, ce qui ne saurait être critiqué, l'équation n'ayant dû être appliquée à cet effet, qu'à la température ambiante (1).)

D'autre part $W + (p_0 v_1 - p_3 v_2)$ est nécessairement positif.

(1) En note nous avons d'ailleurs donné le calcul fait en partant de l'équation de Clausius.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par suite, il va y avoir refroidissement, et il ne peut y avoir d'autre limite à ce refroidissement, que la liquéfaction.

Régime. — Dans l'appareil tel qu'il est schématiquement représenté (fig. 2) de l'air liquide va donc se produire. Ceci impose que la température d'échappement T_2 s'établisse à une valeur de régime de — 190° environ (température de l'air liquide sous la pression atmosphérique).

Tableau donnant les produits *pv* (exprimés en kilogrammètres) de 1 kilog. d'air à différentes pressions et à différentes températures (Expériences de Witkowski).

PRESSION en ATMOSPHÈRES.	100°	16°	0°	— 35°	— 78°	— 103°	— 130°	— 135°	— 140°	— 145°
1	10 936	8 472	8 000	6 976	5 696	4 960	4 184	4 032	3 888	3 748
10	10 944	8 440	7 960	»	»	»	»	»	»	»
15	10 952	8 424	»	»	»	»	»	»	3 280	3 032
20	10 952	8 408	7 920	»	5 424	4 560	3 528	»	3 048	2 760
25	10 960	8 392	»	»	»	»	3 344	»	2 784	2 418
30	10 960	8 376	7 872	»	5 280	4 336	3 152	2 800	2 448	1 952(1)
35	10 968	8 360	»	»	»	»	»	2 496	1 936	»
40	10 984	8 344	7 832	»	5 136	4 104	2 664	2 080	904	»
45	10 992	8 336	»	»	»	»	»	1 552	»	»
50	11 000	8 328	7 800	6 632	5 000	3 872	2 032	1 284.0	»	»
55	11 016	8 320	»	»	»	»	»	1 242,4	»	»
60	11 024	8 312	7 768	6 576	4 872	3 656	1 608	1 244,8	»	»
65	11 040	8 304	»	»	»	»	1 588,0	1 260,8	»	»
70	11 056	8 304	7 760	6 528	4 752	3 456	1 588,0	»	»	»
75	11 072	8 303,2	7 752	»	»	»	»	»	»	»
80	11 088	8 304	7 752	6 488	4 640	3 280	1 632	»	»	»
85	11 112	8 304	7 745,6	»	»	»	»	»	»	»
90	11 128	8 304	7 744,8	6 448	4 544	3 160	»	»	»	»
95	11 144	8 312	7 744,0	»	»	»	»	»	»	»
100	11 160	8 312	7 744,8	6 416	4 480	3 104	»	»	»	»
105	11 184	8 320	7 748,0	»	»	3 099,2	»	»	»	»
110	11 200	8 328	7 752	6 404,8	4 432	3 104	»	»	»	»
115	11 224	8 336	7 760	6 403,2	4 424	3 112	»	»	»	»
120	»	8 344	7 768	6 404,8	4 416	3 128	»	»	»	»
125	»	8 360	»	6 409,5	4 416	3 154	»	»	»	»
130	»	8 376	7 792	»	4 424	3 186	»	»	»	»
Gaz parfait .	10 928	8 472	8 000	6 976	5 712	4 984	4 192	4 040	3 896	3 752

(1) Pour 29 atmosphères.

Quant à la température T, elle va avoir tendance à se rapprocher de — 190°, autant qu'il est possible. Observons qu'elle n'atteindra jamais ce chiffre. D'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

part, l'air comprimé a, en effet, comme nous l'avons indiqué, une chaleur spécifique plus grande que celle de l'air détendu. D'autre part, elle ne saurait descendre au-dessous de —140° température de liquéfaction sous 40 atmosphères.

Il résulte de là que T_1 se fixera à une valeur voisine de —140°.

On peut concevoir ce que sera la détente de l'air comprimé dans ces conditions. Comme le dit Claude, l'air ne sera pas encore un liquide, mais ce ne sera presque plus un gaz. W sera donc très faible.

Évaluons $(p_0 v - p_3 v_2)$. A cet effet rappelons que la loi des états correspondants permet d'appliquer à l'air le réseau de n'importe quel autre gaz, à condition d'avoir convenablement modifié les échelles (fig. 12).

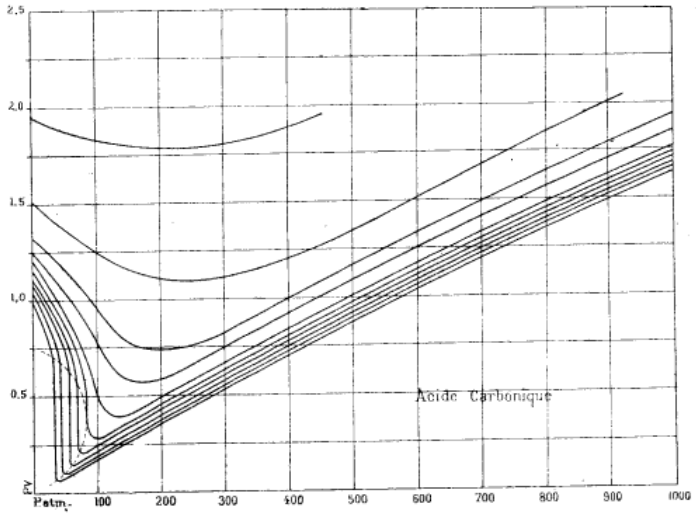


Fig. 12. — Isothermes de l'anhydride carbonique.

La figure 12 nous montre que le pv d'un gaz qui commence à se liquéfier est d'autant plus grand que la température est faible. Par suite $(p_0 v_1 - p_3 v_2)$ est négatif.

Ainsi donc, dans la machine telle qu'elle est représentée par le schéma de la figure 2, et lorsque les températures de régime sont atteintes, le travail W est faible et $p_0 v_1 - p_3 v_2$ négatif.

M. Georges Claude qui dans son ouvrage « Air liquide, Oxygène et Azote », édition 1909, aboutit, par une méthode différente de la nôtre, à des formules analogues, évalue à 40 calories, par cheval-heure, le rendement de l'appareil ainsi conçu.

Perfectionnements. — *Liquéfaction sous pression.* — L'habile auteur du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procédé qui nous occupe a très élégamment résolu la difficulté en relevant les températures T_1 et T_2.

A cet effet, comme la plus basse de ces températures T_2 doit être compatible avec la production d'air liquide, il utilise le froid produit par la détente à liquéfier de l'air comprimé que l'air détendu baigne au sortir de la machine de détente. Dès lors T_2 devient égal à — 140°, T_1 à environ — 100°, W est consi-

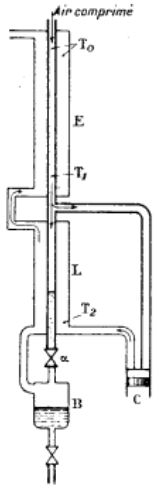


Fig. 13. — Schéma d'un appareil G. Claude perfectionné avec liquéfacteur. — E, échangeur ; — L, liquéfacteur ; — C, cylindre de la machine de détente.

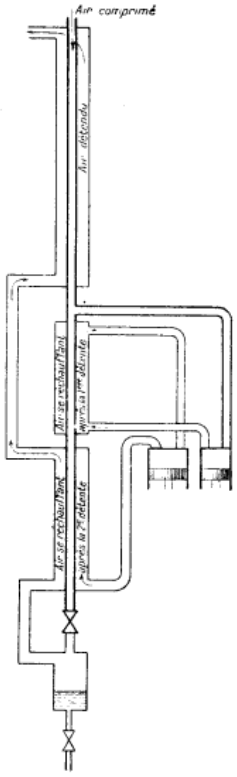


Fig. 14. — Schéma d'un appareil G. Claude avec liquéfaction compound.

dérablement augmenté, $(p_0 v_1 - p_3 v_2)$ devient d'après le tableau de Witkowski 4104 — 3888 = 216 kgm et le rendement de l'appareil est très amélioré. Le calcul fait par M. Claude indique 186 calories par cheval-heure.

Ces considérations expliquent nettement comment Claude a pu abaisser la pression initiale p_0 à une quarantaine d'atmosphères alors que Linde doit faire fonctionner ses appareils à 200 atmosphères.

Le dispositif réalisant cette idée est indiqué sur le schéma de la figure 13

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lors de la détente du liquide de la pression sous laquelle il s'est formé à la pression atmosphérique dans la vanne v, une notable proportion se vaporise. Pour éviter de perdre le froid des gaz résultant de cette vaporisation on a placé une bouteille de soutirage B.

Liquéfaction compound. — Claude a réalisé une autre amélioration en

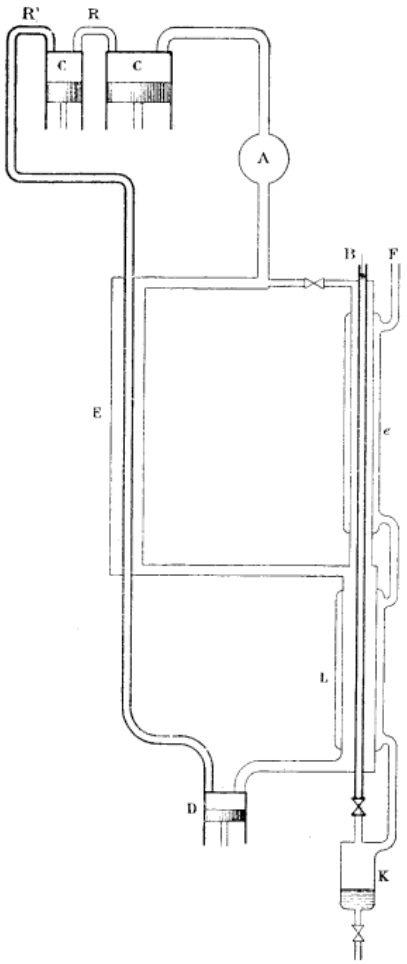


Fig. 15. — Schéma d'un appareil utilisant la détente d'un gaz α pour en liquéfier un autre β plus facilement liquéfiable : — C, cylindre du compresseur du gaz α ; — RR' réfrigérants du compresseur ; — Ee, échangeurs ; — L, liquéfacteur ; — B, entrée du gaz β comprimé à sa pression critique.

inventant ce qu'il a nommé la liquéfaction compound destinée à améliorer le rendement de la fin de la détente. La détente est arrêtée à un certain moment et l'air est envoyé se réchauffer autour d'un premier liquéfacteur puis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il va continuer à se détendre dans un second cylindre, passe autour d'un second liquéfacteur et retourne autour de l'échangeur (fig. 14).

Liquéfaction de l'oxygène. — Claude a proposé d'alimenter son liquéfacteur par de l'oxygène ; les températures T_1 et T_2 sont portées respectivement à — 85° et — 118°, le rendement est considérablement amélioré. Les calculs de l'éminent savant français arrivent au rendement limite théorique de 240 calories par cheval-heure. Cette application peut être très intéressante pour les appareils à oxygène où, selon la propre expression de Claude, l'air liquide et l'oxygène sont concomitants l'un de l'autre. Il y a lieu d'ailleurs de remarquer que dans ce cas on arrive à fabriquer de l'oxygène liquide et non de l'air liquide. La réalisation d'oxygène liquide n'est pas moins intéressante que le problème qui nous occupe ici (fig. 15).

Conclusions.

En résumé, Linde comprime de l'air afin de lui permettre d'extérioriser, du fait du travail de la pression interne, de la chaleur que n'a pas fournie le travail mécanique de la compression. Il fait refroidir cet air à une température aussi basse que possible afin d'augmenter la quantité de chaleur dégagée du fait de la pression interne, puis il fait parcourir à l'air une transformation inverse pendant laquelle ce gaz absorbe une quantité de chaleur équivalente à celle dégagée en surplus du travail qu'il avait reçu pendant la compression. Cette transformation se fait dans un appareil combiné de manière à concentrer le froid produit.

Le docteur Linde utilise, en un mot, ce fait que l'air est un gaz imparfait et se place dans des conditions telles que cette imperfection soit considérablement augmentée.

Comme nous l'avons fait remarquer, son appareil serait impuissant à refroidir un gaz parfait. L'hydrogène et l'hélium, dans les conditions habituelles de température et de pression initiale et finale, donneraient même lieu à un dégagement de chaleur.

Laissant au contraire de côté cette imperfection (dont il profite toutefois d'une manière accessoire), Claude remarque qu'un gaz parfait n'est pas un accumulateur d'énergie — à une température déterminée — puisque le travail dépensé pour sa compression a été complètement utilisé à chauffer l'eau de refroidissement du compresseur. En conséquence, la détente, dans un cylindre, de ce gaz comprimé, fournissant du travail mécanique, il faut qu'il y ait une absorption de chaleur équivalente au travail fourni.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La méthode serait applicable aux gaz parfaits (1). Elle l'est même à l'hydrogène et à l'hélium.

Le premier de ces auteurs avait bien reconnu les énormes avantages que présenterait une détente avec travail extérieur, mais avait considéré comme impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de faire fonctionner une machine à des températures aussi basses. Il a donc porté ses efforts d'un autre côté, et s'est adressé à l'air, gaz imparfait.

Le second s'attaqua au problème de la façon la plus générale, parvint à faire fonctionner une machine à piston aux températures de l'air liquide et en améliora le rendement en employant la liquéfaction sous pression, puis la liquéfaction compound et la liquéfaction à la température critique de l'oxygène

Si certains des devanciers de Claude avaient préconisé théoriquement la détente dans un cylindre, aucun d'eux n'avait indiqué la liquéfaction sous pression qui constitue la clef de voûte de sa méthode.

HENRI BROT,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) Dans ce cas Q se réduirait à :

$$Q = AW + A\,(p_0v_1 - p_2v_2)$$

p_2v_2 serait nécessairement inférieur à p_0v_1, T_2 étant inférieur à T_1.

On pourrait donc refroidir un gaz parfait. Les conclusions de van der Waals indiquent qu'un gaz qui serait parfait sur toute l'échelle des températures serait nécessairement un gaz permanent, sa température critique étant indéterminée, sa pression critique infinie, son volume critique nul. Rien de cela ne doit nous surprendre : Qui dit gaz parfait sur toute l'échelle des températures dit gaz sur toute l'échelle des températures, tout au moins en ce qui concerne la relation $f(pvT) = 0$. Or, on n'imagine pas aisément un solide ou un liquide suivant la loi de Mariotte !

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON
Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Les industries du Japon.
Métaux et alliages. — Métal spécial pour grandes vitesses. — Élianite.
Produits minéraux. — Action blanchissante des solutions d'hypochlorite.
Combustibles. — Sur la distillation de la houille.
Alcools, phénols, etc. — Falsifications du menthol. — Transformation de l'essence de citronelle en essence de roses. — Fermentation en cuves fermées.
Acides, sels, éthers. — La désodorisation des huiles d'olive viciées.
Industries textiles. — Rouissage du lin.
Industries des cuirs. — Les eaux résiduaires de tannerie et leur épuration.
Chimie médicale, alimentaire, etc. — Préparation de zymases pour conserves alimentaires.

Les industries du Japon. — Un rapport très développé de M. FERNAND PILA, attaché commercial en Extrême-Orient, renferme d'intéressantes données sur les industries minières, métallurgiques, agricoles, alimentaires, etc., du Japon, au cours des années 1911-1912, industries dépendant toutes de la science maîtresse qu'est la chimie. On y constate combien faible est la part de la France dans la production comme dans la consommation japonaise, si on en excepte les achats de soies.

Nos collègues rapprocheront ces données de celles que les Notes de Chimie ont présentées sur les industries de l'Algérie (mars 1907), sur celles de Madagascar (février 1911), sur les richesses minières du Pérou (mars 1911), sur celles du Tonkin (juillet 1911), sur les industries de la Nouvelle-Calédonie, de Madagascar, de la Martinique (novembre 1911), sur celles de la Cochinchine, du Tonkin et de l'Annam (mars 1912), enfin sur les ressources minières de la Chine (juin 1912).

Au Japon, la grande industrie, partie de rien, a fait des progrès considérables dans les vingt dernières années.

1° *Industries alimentaires et agricoles* (Sucres, riz, conserves, engrais). — Le Japon avait fondé un grand espoir économique sur le sucre de Formose ; cet espoir a manqué, parce que la production a fait défaut. 34 usines appartenant à 20 compagnies peuvent traiter 30 000 t de canne par jour ; elles n'ont produit en 1912 que quatre cinquièmes de la production de 1911, par suite d'une très mauvaise récolte ; la culture de la canne est en décroissance. Nos industriels ne semblent avoir fait aucun

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effort, dit M. Pila, pour participer aux onze millions de francs en machines que les compagnies sucrières de Formose acquièrent annuellement.

Presque tout le thé vert livré à l'exportation va aux États-Unis.

Le riz est toujours la base presque unique de l'alimentation. Il a atteint, en juillet 1912, le prix de 62 f l'hectolitre. La population, qui augmente chaque année de 600 à 700 000 individus, dépasse 52 millions d'habitants; et la production du riz est devenue inférieure à la consommation. La Cochinchine et le Tonkin français fournissent la plus grande partie du déficit; en 1911, la valeur de leurs expéditions a dépassé 22 millions de francs. La Birmanie, le Siam sont les autres importateurs.

L'industrie japonaise des conserves est en progrès; elle produit des conserves de légumes, des conserves de viandes pour l'armée, des conserves d'ananas; à Formose, quatre fabriques traitent l'ananas. Mais c'est aux conserves de poissons et de crustacés que l'industrie se consacre surtout. Les conserves de crabes ont trouvé un bon débouché aux États-Unis, et aussi en Angleterre. Les conserves de saumons et de truites sont également exportées; celles de sardines ne font que débuter. Le progrès de l'industrie des conserves a amené un accroissement brusque de l'importation de l'huile de soja de provenance mandchourienne, ainsi que de celles de fer-blanc et d'étain anglais.

La fabrication du saké ou vin de riz représente une somme de 416 millions de francs. Celle du shoyu, sauce faite avec le blé et le soja, fournit une exportation de 2,5 millions. La fabrication de la bière japonaise ne remonte guère qu'à une génération, et la production n'atteint que 400 000 hl.

Le marché des engrais est devenu considérable. Le sulfate d'ammoniaque vient d'Angleterre, le nitrate de soude du Chili, les phosphates des États-Unis, de Tunisie, etc.

Les fournitures françaises, au point de vue alimentaire et agricole, ont eu en 1911 une valeur d'environ 26 millions de francs.

2° *Vêtements.* — La part de la France est ici très importante; notre pays est, après les États-Unis, la meilleure cliente de la sériciculture japonaise, et le meilleur acheteur de ses déchets. Elle est un important fournisseur de filés de laine.

La tannerie a pris son développement depuis la guerre russo-japonaise.

3° *Mines et métallurgies.* — Le Japon est riche en charbon, de qualité généralement médiocre, il est vrai. La production est de 16 à 17 millions de tonnes, dont un cinquième est exporté. — Il est très pauvre en minerai de fer, et il importe de grandes quantités de fer, à l'état brut comme à l'état manufacturé.

Par contre, il se classe au deuxième rang comme pays producteur de cuivre, et il travaille ou prépare toute sa production. Il possède également des minerais de zinc, mais l'industrie n'existe pas encore. Il dépend en majeure partie de l'étranger pour le plomb, et entièrement pour l'étain, le nickel, l'aluminium. Il est bon producteur de soufre, qu'il exporte aux États-Unis et en Australie, et il exploite d'importants gisements de pétrole qui lui fournissent la moitié de sa consommation.

En fers et aciers, le Japon a besoin de 750 000 t, dont 40 p. 100 seulement sont couverts par sa production. En dehors des arsenaux de la marine et de la guerre, il y a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux grands établissements sidérurgiques, les Fonderies et Aciéries impériales de Wakamatsu, les Aciéries de Muroran. Celles-ci sont nées d'une combinaison entre une compagnie japonaise de charbonnage et les métallurgistes anglais Armstrong et Vickers ; elles représentent un capital de 65 millions de francs et emploient 12 000 ouvriers.

La France, dans le grand trafic d'importations métalliques qui s'élève à 130 à 140 millions de francs, n'est représentée que par un chiffre infime de 416 000 francs, pour fournitures de fers doux et de tôles en acier. Elle fournit les deux tiers de l'aluminium importé et du ferrosilicium. Enfin, la Société française dite d'oxygène et d'acétylène, outre la vente de son gaz et de ses appareils, a acquis un bon renom auprès des arsenaux et des grands établissements métallurgiques pour ses travaux de soudure et de découpage.

4° *Fabrications et matériel.* — Sur un total d'achats d'environ 340 millions de francs, la France ne participe que pour une part restreinte, et encore d'une façon plutôt accidentelle. Elle peut prétendre à mieux dans le domaine de l'automobilisme, des machines textiles, etc.

5° *Produits chimiques.* — Le Japon importe environ 1 000 t de caoutchouc. Il importe tout son liège, dont une partie vient d'Algérie par l'intermédiaire de l'Espagne. Sa production de camphre, qui dépasse 1 000 t pour le Japon et 3 000 pour Formose, suffit aux deux tiers de la consommation mondiale. Deux usines de celluloïd, sur 16 usines existant dans le monde, fournissent 2 000 kg par jour. Le Japon importe le verre à vitres, mais fabrique toutes ses bouteilles. Les papeteries sont tributaires de l'étranger pour les matières premières, et il importe 18 millions de francs de papiers étrangers. Il produit toutes ses allumettes et en exporte pour 31 millions ; c'est la France qui fournit à cette industrie spéciale le chlorate de potasse, le phosphore, la colle forte.

Les vingt fabriques de ciments qui existent au Japon ont un matériel suranné. Les couleurs, peintures et vernis s'importent encore pour 7 millions ; les savons et articles de parfumerie, venant en partie de France, pour 4 millions ; les colles et corps gras pour 14 millions. Le Japon exporte pour 32 millions d'huiles de poissons et de baleine ; il importe pour plus de 9 millions de paraffine qui entre dans la fabrication des bougies bon marché ; il importe d'Angleterre, d'Allemagne et de Hollande, plus de 2 millions de glycérine pour la fabrication de ses explosifs ; pourquoi la France n'est-elle pas sur les rangs ? Il importe pour 64 millions de francs de drogues, produits chimiques et pharmaceutiques, à la tête desquels le sulfate d'ammoniaque. L'importation de la dynamite est d'une tonne. Comme produits pharmaceutiques, les envois de la France ne sont à noter que pour l'antipyrine.

En résumé, la France est la meilleure cliente du Japon après les États-Unis et la Chine. Elle lui a acheté, en 1911, pour plus de 113 millions de marchandises, soies, cuivre, etc. Par contre, elle est une très mauvaise pourvoyeuse du marché japonais. Elle ne vient qu'au cinquième rang dans la liste des pays qui vendent au Japon leurs produits similaires, si l'on excepte la Chine, l'Inde anglaise, les Indes néerlandaises, l'Indochine, l'Australie, avec leurs productions spéciales.

En effet, l'importation a été, en 1911, de 111 156 000 yen pour l'Angleterre (la valeur du yen, au change postal, est actuellement de 2,6 f), de 81 250 000 pour les États-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Unis, de 56 473 000 pour l'Allemagne, de 7 737 000 pour la Belgique et seulement de 6 518 000 pour la France. Notre importation se répartit comme il suit (en yen) :

Laine filée	837 500	Bois de campêche	112 000
Vins	409 300	Phosphates	100 000
Parfums	404 700	Draps et serges en laine	91 700
Chlorate de potasse	333 600	Lorgnettes	85 600
Savons	280 100	Chevaux	87 100
Laine peignée	212 700	Conducteurs d'électricité	66 100
Phosphore	201 400	Mousseline de laine	69 100
Aluminium	187 000	Liège	61 200
Champagne	182 600	Huiles essentielles	56 600
Fers et aciers doux	119 300		

Ces articles constituent la masse, les 70 p. 100 de notre importation totale. Le reste est morcelé en une infinité d'articles.

Métal spécial pour grandes vitesses. — Dans le *Bulletin technologique* de septembre 1913, M. Henri Marie attire l'attention sur un métal blanc spécial dont l'application donnerait d'excellents résultats pour les garnitures de coussinets soumis à une grande vitesse et à une grande fatigue.

La composition de ce métal est la suivante : étain 740 parties, antimoine 160, cuivre rouge 60, zinc 40.

« Eu égard à la fusibilité des métaux qui le composent, cet alliage peut être obtenu facilement au creuset sur n'importe quel feu de forge.

Son emploi est commode pour les réparations, surtout dans les petits ateliers où, bien entendu, on ne dispose pas de fonderie. Il suffit, en effet, de refondre le métal sur un feu de forge et de le couler dans un moule approprié pour regarnir, voire même remplacer complètement la pièce défectueuse.

A noter cependant que pour écarter toute cause d'insuccès, il est nécessaire de bien décaper la surface à recouvrir et de pratiquer l'encochage suffisant pour assurer la liaison de la garniture et du coussinet.

Cet alliage permet aussi de supprimer, dans une large mesure les échauffements, car il se prête aux légères déformations des arbres.

Appliqué à des pompes centrifuges travaillant dans l'eau, dans les jus chaulés de sucrerie, dans les eaux boueuses, à des turbines de sucrerie, à des dynamos, des moteurs, il a résisté un temps double de celui du bronze qu'on employait auparavant. »

Élianite. — M. Cam. Matignon, professeur au Collège de France, vient d'appeler l'attention sur un nouvel alliage, constitué essentiellement par un ferrosilicium et que son inventeur, M. Carlo Rossi, appelle Élianite. Ce produit est obtenu au four électrique.

M. Carlo Rossi dirige actuellement l'usine à acide nitrique synthétique de Legnano près Milan, et il s'est spécialisé dans l'étude et les perfectionnements de cette indus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trie. D'après lui, l'élianite, obtenue au four électrique, permettrait de construire des appareils pour la concentration de l'acide nitrique dans le vide, en utilisant le chauffage à vapeur, c'est-à-dire dans des conditions de travail qui rappellent la concentration des solutions salines ou sodiques.

L'élianite ne serait attaquée par aucun acide et sa résistance serait absolument générale, ce que le docteur Rossi exprime en disant qu'elle « n'entre pas en réaction avec un sur 1000 des composés chimiques existants :

Substances étudiées.	Perte de poids en p. 100 après une ébullition de 24, 48 et 72 heures.		
	24 h.	24 h. en plus.	24 h. en plus.
Acide sulfurique à 98 p. 100.	0,10	0,02	0,02
— à 20 p. 100.	0,07	0,00	0,00
Acide nitrique (d = 1,4).	0,03	0,01	0,00
— (d = 1,1	0,01	0,00	0,00
Acide acétique à 60 p. 100.	0,03	0,01	0,00
Acide chromique à 10 p. 100	0,07	0,00	0,00
Acide tartrique.	0,05	0,03	0,03
Iode (en solution saturée)	0,00	0,00	0,00
Brome (eau de brome).	0,01	0,01	0,01
Hypochlorite de calcium (solution saturée) . . .	0,04	0,01	0,01
Sulfate de cuivre (solution acide)	0,00	0,00	0,00
— (solution alcaline).	0,00	0,00	0,00
Soufre fondu	0,06	0,01	0,00
Azotate d'ammoniaque fondu	0,00	0,00	0,00

La petite diminution produite après la première attaque de 24 heures paraît due à une altération superficielle de la surface, au contact du sable contenu dans le moule de fusion.

Les propriétés physiques de l'élianite comparées à celles de la fonte se trouvent résumées dans le tableau suivant :

	Fonte.	Élianite.
Densité.	7,3	6,8
Charge de rupture, traction.	10-15 kg.	7-12 kg.
Charge de rupture, compression . . .	60-80 kg.	45-65 kg.
Point de fusion.	1 250°	1 400°
Dureté.	1	1,6
Conductibilité calorifique.	10	8
Résistance électrique.	8	10
Résistance à la corrosion	1	1 000

L'élianite, comme on le voit, est assez bonne conductrice de la chaleur; sa conductibilité est égale à deux fois celle du plomb, à quatre fois celle du quartz. Sa dureté permet de construire des appareils autrement durables que ceux construits avec les alliages plomb-antimoine.

La résistance mécanique de la fonte est un peu supérieure à celle de l'élianite, mais il sera toujours possible de renforcer avec des carcasses de fer les pièces de grandes dimensions en élianite.

La dureté serait telle, d'après Rossi, qu'aucun acier ne permettrait de la travailler; il faudrait faire usage de machines avec pièces d'attaque en corindon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si tous ces faits se vérifient, le nouvel alliage représenterait une découverte des plus importantes pour l'industrie des acides.

Il résulte de sa nature que ce corps doit être facilement attaquable par les solutions alcalines avec production d'hydrogène (d'après la *Technique moderne*).

Action blanchissante des solutions d'hypochlorite. — Si l'on ajoute de l'acide borique en quantité à une solution de chlorure de chaux, celle-ci voit ses propriétés décolorantes augmentées dans une proportion notable, parce que l'acide borique met en liberté l'acide hypochloreux de l'hypochlorite, tandis qu'une addition d'acide chlorhydrique, comme c'est l'usage dans l'industrie, met en liberté du chlore et laisse une solution ne présentant plus que de faibles propriétés décolorantes. Si, néanmoins, on ajoute de la craie, on restaure l'acide hypochloreux et le pouvoir décolorant de la solution. L'addition d'hydroxydes à la solution retarde l'hydrolyse de l'hypochlorite et conséquemment l'action décolorante, tandis que l'addition de petites quantités d'acides aide cette hydrolyse et cette action décolorante ; le résultat est dû à la présence massive d'acide hypochloreux libre. Toutes les expériences tendent à démontrer que les solutions d'hypochlorite doivent leurs propriétés décolorantes à la présence d'acide hypochloreux libre. S'il coexiste un chlorure neutre, il peut se produire du chlore à l'état naissant, dont l'action décolorante est énergique. Au cours du blanchiment, les hypochlorites sont transformés en chlorures, mais l'effet de ceux-ci sur le pouvoir décolorant est négligeable (d'après S. H. Higgins, *Proceedings of the chemical Society*, 1912, p. 130; 1913, p. 302).

Sur la distillation de la houille. — Dans le but d'acquérir des données précises sur le mécanisme de la formation des constituants du goudron dans la distillation sèche de la houille, MM. Amé Pictet et Maurice Bouvier (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 3 nov. 1913, p. 779-781) ont eu l'idée d'effectuer cette distillation sous une pression très réduite et à une température aussi basse que possible. Avec une houille grasse donnant à la distillation ordinaire 15 à 18 p. 100 de matières volatiles non condensables et 15 à 20 p. 100 de produits condensables dont 5 de goudron, ils ont obtenu 1,5 p. 100 du poids de la houille d'une solution aqueuse à réaction acide ne renfermant pas d'ammoniaque et 4 p. 100 d'un goudron spécial, *goudron du vide*, qui diffère essentiellement du goudron de houille ordinaire par ses propriétés et sa composition.

Il est assez fluide, de couleur brun clair et plus léger que l'eau. Agité avec une solution diluée de soude caustique, il ne lui cède rien (absence de phénols). Les acides étendus lui prennent en revanche une notable quantité de produits basiques, parmi lesquels les bases secondaires semblent prédominer. Après ce double traitement, nous avons soumis, disent les auteurs, le liquide à une série de distillations sous la pression ordinaire, en le fractionnant de 5 en 5 degrés. Le liquide passe de 120° à 300°. Les fractions inférieures possèdent une odeur prononcée de pétrole et une légère fluorescence bleue ; les fractions supérieures ont une odeur de terpènes et de menthol, s'oxydant à l'air en se colorant en jaune. Toutes les fractions restent liquides après refroidissement et il ne se forme de dépôts cristallins dans aucune (absence de naphtaline, d'anthracène et d'autres hydrocarbures solides). Ayant soumis plusieurs d'entre elles à l'oxydation au moyen du permanganate de potasse, on n'obtient que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des acides de la série grasse (acétique, propionique, butyrique, oxalique) et jamais d'acide aromatique.

Ces caractères montrent que le goudron du vide ne contient pas ou presque pas de substances aromatiques. L'ensemble de ses propriétés le rapproche, en revanche, des pétroles, et spécialement du pétrole du Caucase. Il semble être, comme ce dernier, constitué surtout par un mélange d'hydrocarbures de la série hydro-aromatique.

Est-il permis de considérer le goudron du vide comme un produit intermédiaire de la distillation de la houille à la pression ordinaire, et peut-on admettre qu'il prend naissance en premier lieu dans les cornues à gaz lorsque celles-ci sont encore à une température inférieure à 430°, pour subir ensuite, lorsque cette température s'élève, une décomposition pyrogénée dont les produits sont ceux qui constituent le goudron habituel? Afin de vérifier cette hypothèse, et avant de pousser plus avant l'étude du goudron du vide, nous en avons distillé une centaine de grammes (non encore traités par la soude et les acides) dans un tube de fer chauffé au rouge vif. Afin de réaliser autant que possible les conditions des cornues à gaz, ce tube avait été au préalable rempli de morceaux de coke. Les produits de cette seconde distillation ont été les suivants :

1° Une assez forte quantité de gaz (15 l à 20 l). Ceux-ci possèdent l'odeur du gaz d'éclairage, brûlent avec une flamme peu éclairante et sont formés surtout d'un mélange d'hydrogène et d'hydrocarbures saturés de la série du méthane. Il s'y trouve en outre un peu d'éthylène, mais pas d'acétylène.

2° De l'eau à réaction alcaline, fortement chargée d'ammoniaque.

3° Un goudron ayant l'aspect et l'odeur du goudron de houille ordinaire.

Les auteurs concluent que l'hydrogène et le méthane du gaz d'éclairage, l'ammoniaque des eaux du gaz, les phénols et les hydrocarbures aromatiques du goudron ne sont point, ou tout au moins ne sont point exclusivement, des produits immédiats de la décomposition pyrogénée de la houille. Ils ne prennent naissance qu'à une température élevée, par décomposition d'autres composés volatils plus compliqués et, en particulier, plus hydrogénés, qui se sont formés préalablement à partir de la houille dans une première réaction se passant à une température beaucoup plus basse.

Cependant une certaine quantité, moins considérable, de ces mêmes produits pourrait avoir une origine différente et prendre naissance par exemple, conformément aux hypothèses de Berthelot, R. Meyer, Standinger et d'autres, par condensation pyrogénée de carbures gazeux plus simples (acétylène, éthylène, butadiène, etc.).

Menthol. — Le *Bulletin semestriel de la maison Schimmel et C^ie^* (octobre 1913) renferme comme toujours les plus intéressantes données sur les essences et leurs principes. Nous en extrayons ce qui concerne le menthol.

« Les prix élevés du menthol ont naturellement eu pour effet de lancer sur le marché beaucoup de produits inférieurs ou falsifiés. Dans deux de ceux-ci, analysés à notre laboratoire, l'adultération atteignait presque le titre de 100 p. 100, car ils se composaient uniquement d'acétanilide, parfumée soit avec du menthol, soit avec de l'essence de menthe poivrée. En traitant la substance par l'éther de pétrole à froid, qui ne dissout pour ainsi dire pas l'acétanilide, il a été facile de la débarrasser de son « impureté », puis de la caractériser par son point de fusion (11°) et par la réaction de l'isonitrile. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons constaté une composition semblable dans un succédané mis en vente par une maison de Prague, sous le nom de Mentholin ou Menthol recrist. artif. Ce produit contient à peu près 80 à 90 p. 100 d'acétanilide, le reste étant formé de menthol souillé d'essence. Le prix de ce menthol, plus qu'artificiel, est fixé par le fabricant à 40 couronnes seulement, soit environ 41 francs. Étant donné que, sur 1 kg, au moins 800 g sont formés par de l'antifébrine, qui vaut à peu près 2,50 f le kilogramme, il y a lieu de s'étonner de la façon dont on cherche à en imposer à l'acheteur.

M. Tedesko fait observer fort justement que les menthols artificiels de ce genre ne sont pas nécessairement impropres aux usages médicaux, pourvu qu'ils possèdent les caractères exigés par la pharmacopée, parce que la plupart des Codex officiels ne disent rien du mode de production de ce produit. La pharmacopée britannique est la seule qui prescrive que le menthol s'obtient par réfrigération des essences de menthe; le Codex français admet expressément la réduction de la menthone.

On nous a fait parvenir un échantillon de menthol bien plus mauvais encore, fusible de 31° à 33° et marquant comme déviation spécifique $[a]\ d$ — 38°,45. Son caractère d'infériorité ressort, entre autres, du fait qu'il est encore imprégné d'essence, ce que l'on constate par la compression dans du papier.

Pour rechercher si le menthol contient de l'essence, il est bon de le comprimer entre deux feuilles de *papier à écrire* et non, comme on le préconise ordinairement, de papier filtre, parce que les taches d'essence se discernent moins nettement sur ce dernier.

La 5e édition de la pharmacopée allemande prescrit que le produit officinal doit fondre à 44°, ce qui est un peu rigoureux, car, dans la plupart des cas, cette condition ne sera pas réalisée, surtout lorsqu'on en fait la détermination strictement d'après la pharmacopée. En suivant exactement ces indications, la maison Schimmel note pour le menthol fabriqué chez elle un point de fusion de 43° à 43°,5, alors qu'en plongeant le thermomètre directement dans le liquide réchauffant, il accuse de 43°,5 à 44°. Son produit ne répond donc pas strictement à l'exigence de la pharmacopée, bien que sa qualité ne soit dépassée par aucun autre menthol du commerce, dit le Bulletin.

Transformations de l'essence de citronelle en essence de roses. — MM. P. Barbier et R. Locquin (séance de l'*Académie des Sciences* du 8 déc. C. R., p. 1114) observent que les recherches de MM. Barbier et Bouveault sur le l-rhodinol des essences de Pelargonium et de roses françaises d'une part et les travaux de MM. Barbier et Léser sur le d-citronellal naturel, travaux indirectement confirmés par ceux de M. Harries et de ses élèves, ont montré que le rhodinol et le citronellol doivent être représentés par des formules qui font de ces deux alcools des isomères de position.

De leurs nouvelles recherches, les auteurs concluent, que sous l'influence de réactifs variés, on peut aisément passer du type citronellique au type rhodinique, mais que le passage inverse n'est pas possible. Cette considération explique pourquoi, suivant les traitements qu'ils ont subis, les citronellols du commerce présentent souvent une odeur plus ou moins accentuée de rhodinol. Elle explique aussi pourquoi, en partant du d-citronellol ou du l-rhodinol, certains auteurs ont obtenu les mêmes dérivés (produits d'oxydation ou semicarbazones des pyruvates correspondants, par exemple).

Les auteurs considèrent comme actuellement connus à l'état pur les trois rhodinols prévus par la théorie, à savoir : 1° le l-rhodinol des essences de roses ou de pelargo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nium; 2° le d-rhodinol, qu'ou peut obtenir par transposition du d-citronellol ou indirectement à partir du d-citronellal naturel; 3° le i-rhodinol, préparé par MM. Bouveault et Gourmand par réduction du rhodinate d'éthyle synthétique.

Ces recherches ont une portée pratique remarquable, car elles permettent d'obtenir un rhodinol pur, principe fondamental des essences de roses ou de pélargonium, alors même que ces essences feraient défaut; il suffira pour cela de se procurer du citronellol ou même tout simplement de l'essence de citronelle (citronellal).

Fermentation en cuves fermées. — D'après M. Foth (*Zeitschrift für Spiritus-Industrie*, n° 45 de 1913), de nombreuses distilleries allemandes ont profité de la période d'arrêt estival pour remplacer leurs anciennes cuves de fermentation ouvertes par des cuves fermées. Quelle est, dans ce cas, l'augmentation du rendement et quelle quantité d'alcool peut-on récupérer par le lavage de l'acide carbonique? M. Foth estime que pour 100 kg d'amidon, on peut obtenir 66 l d'alcool pur; il peut y avoir, sur les anciens procédés, une augmentation d'environ un dixième, ou tout au moins d'un vingtième. Le travail à moût clair avait déjà élevé le rendement de 60 à 62 l, l'adoption de couvercles en métal à 65; enfin celle des cuves closes le porte à 66 et même 67, grâce à ce que les pertes par infection et par évaporation sont supprimées.

D'après la pratique de M. Schirmann, le lavage de l'acide carbonique permet de récupérer 0,6 à 0,7 p. 100 de l'alcool contenu dans le moût. Si on refroidit le couvercle et les parois de la cuve par une projection d'eau, il ne se dégage plus que 50 à 60 cm^3 d'alcool par 100 l de celui contenu dans le moût.

L'avenir, conclut l'auteur, est aux cuves fermées, et l'intérêt du distillateur est de les adopter.

La désodorisation des huiles d'olives viciées. — A l'une des dernières séances de la Société nationale d'Agriculture (*Bulletin*, p. 529), M. Edmond Théry a présenté une étude très intéressante que M. J. Chapelle de Marseille, inspecteur-directeur du service de l'oléiculture, a publiée sur les huiles d'olive désodorisées.

« La désodorisation est une industrie toute nouvelle qui n'existait pas l'an dernier. Elle consiste à faire subir aux huiles d'olives viciées qu'on ne pouvait utiliser jusqu'ici qu'à l'éclairage ou à des emplois industriels, une série de traitements physico-chimiques destinés à les rendre comestibles. Ces traitements sont au nombre de trois : 1° une neutralisation ou désacidification; 2° une décoloration ou blanchiment; 3° une désodorisation.

« La neutralisation est obtenue par le traitement des huiles à l'aide des lessives alcalines à base de soude.

« La décoloration est réalisée par le malaxage des huiles avec la terre à foulon; dans des cas spéciaux, on emploie aussi soit l'acide sulfurique, soit le noir animal.

« Le procédé de désodorisation consiste théoriquement à brasser l'huile, légèrement chauffée (entre 35° et 45°) par un courant de vapeur d'eau obtenue dans le vide, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

basse température. La vapeur distille et entraîne tous les principes volatils bons et mauvais.

« Le coût de la désodorisation seule varie entre 0,50 f et 1 f par 100 kg : la perte est de 1 p. 100. Pour les trois manipulations, la dépense s'élève de 3 à 5 f par 100 kg, suivant la quantité d'acide gras à enlever. »

On opère pratiquement sur trois qualités d'huiles d'olives viciées : 1° Sur les huiles ne possédant que de légers vices originels : goût de sac, de terre, de scourtin, de moisi, etc. Étant donnée leur faible acidité, on se contente de les désodoriser. Après l'opération, on les compte 170 f environ les 100 kg. — 2° Sur les huiles lampantes d'Espagne, du Levant, etc., sur les huiles d'enfer, qui donnent, après leur neutralisation et désodorisation, des huiles pâles convenant, par leurs prix 150 à 160 f après épuration, aux coupages usuels des huiles fines. — 3° Sur les huiles de ressences, de pulpes, de grignons, desquelles on retire des produits de qualité très médiocre, cotés entre 115 et 125 f les 100 kg.

Un examen attentif de trois échantillons : huile d'olive lampante de Malaga, huile d'olive d'enfer du Var, huile d'olive de pulpes de Sousse, a permis à M. Chapelle de constater : qu'ils étaient absolument impropres à la consommation avant leur traitement ; que ce traitement les avait tous rendus mangeables, tout en leur laissant un goût indéfinissable et très désagréable.

Il suffit, remarque M. Théry, de constater le prix de vente auquel cette huile d'olive retapée peut être livrée au commerce, pour comprendre les dangers qui menacent l'oléiculture française, algérienne et tunisienne. En effet, les deux tiers ou les trois quarts de la production oléicole de l'Espagne et du Levant (qui atteint annuellement près de 500 millions de kg) sont des huiles absolument inférieures qui n'étaient, jusqu'à ces temps derniers, employées qu'au graissage, à l'éclairage et autres usages industriels. Si on laisse à l'industrie nouvelle la liberté de travailler et de vendre à sa guise l'huile viciée qu'elle peut acheter à l'étranger à 30 ou 40 p. 100 meilleur marché que l'huile d'olive française, on peut être certain que l'oléiculture nationale, déjà si cruellement éprouvée par la concurrence des bonnes huiles italiennes, espagnoles et levantines, sera irrémédiablement ruinée.

M. Théry conclut que vendre, comme huile d'olive naturelle, de l'huile d'olive viciée, impropre par son origine et sa nature première à l'alimentation, mais retapée par des procédés physico-chimiques, et vendre cette huile sans révéler à l'acheteur les manipulations qu'elle a subies, c'est tomber sous l'article premier de la loi du 1er août 1905.

M. Chapelle termine sa très remarquable étude en annonçant que l'on recherche actuellement comment il sera possible de distinguer, chimiquement, les huiles retapées des huiles d'olive naturelles. Pour les huiles désodorisées par des procédés encore primitifs, le goût de chauffe, très caractéristique, sera un premier indicateur. Ces mêmes huiles neutralisées par saponification présentent une acidité très faible, anormale de 0 à 0,50 p. 100, étant donné leur qualité secondaire.

Rouissage du lin. — Une série de travaux fort intéressants ont été publiés depuis quelques mois sur ce sujet. Après la communication sur le rouissage chimique des fibres de lin, de chanvre et de ramie, par le procédé Peufaillit, que M. Dybowski a donnée à la séance du 25 avril de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, les *Annales de la Science agronomique* (septembre 1913) ont donné une étude déve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppée de MM. Max Ringelmann et F. de Condé sur les essais de rouissage du lin par le procédé bactériologique de M. Émile Feuillette. Le *Bulletin mensuel de la Société industrielle du Nord de la France* (septembre 1913) a donné, en ce qui concerne également ce procédé, le compte rendu d'une visite faite à l'usine de démonstration du rouissage Feuillette à la linerie de Goderville. Enfin M. T. Tadokoro (*Journal of the College of Agriculture*, Imperial University, Sapporo, Japon, tome V, p. 31-55) a exposé de son côté le résultat de recherches poursuivies sur le rouissage ordinaire à l'eau froide tel qu'il est pratiqué au Japon.

Dans ce cas, d'après M. Tadokoro, la perte de substances est de 18 à 19 p. 100 en eau courante, de 14 à 15 p. 100 en eau morte. Le rouissage isole les fibres, détache le cuticule, sans affecter le xylème ni la résine. La plus grande partie de la cellulose reste aussi non affectée, sauf la petite quantité qui constitue les parois des cellules dans le parenchyme, le cambium et l'épiderme : cette portion disparaît au dernier stage du rouissage. Les composés pectiques qui existent dans la portion centrale des fibres et dans les parois des cellules du parenchyme, de l'épiderme et du cambium disparaissent aussi presque entièrement, ainsi que le tannin, la plus grande quantité des substances minérales et le glucose. La portion principale de la substance totale éliminée par le rouissage est la pentosane ou substance gommeuse de la région corticale ; celle-ci a été isolée par un traitement à froid avec l'hydrate de sodium, et l'auteur a trouvé qu'elle consiste principalement en xylane avec un peu d'arabane et une faible quantité de méthylpentosane.

Le procédé Peufaillit, comme l'a exposé M. Dybowski, a pour objet de traiter le lin, le chanvre et la ramie en ateliers industriels, au lieu de le rouir dans des eaux qui sont contaminées. Il consiste dans un traitement en autoclave, sous pression, à l'aide d'hydrocarbures. Il est appliqué au lin dans une usine près de Loos, et il donnerait avec la ramie des résultats remarquables.

Je pense ne pas me tromper en rappelant que, parmi les nombreux procédés brevetés pour la décortication de la ramie, certains sont basés sur l'emploi des huiles végétales ou autres.

Les expériences de rouissage bactériologique entreprises par M. Feuillette à la Station d'Essai de Machines de la rue Jenner, dirigée par M. Max Ringelmann, ont été subventionnées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par le Ministère de l'Agriculture et par la Société d'Encouragement d'Agriculture de la Seine-Inférieure. Ils ont été l'objet, en 1911, d'une série d'expériences sévèrement contrôlées. Le rapport officiel au Ministre a été publié, en septembre 1912, dans le Bulletin mensuel de renseignements agricoles. Le procédé consiste essentiellement à rouir à l'eau chaude, en retirant périodiquement la fibre pour l'aérer, le rouissage étant produit par des bactéries aérobies. Les fibres rouies sont essorées, puis séchées dans un tunnel que parcourt un courant d'air chaud.

La conclusion finale de M. Ringelmann est que le procédé soumis à l'examen est excellent, tout en étant on ne peut plus simple. « Dès le début des essais, avec de l'eau de Seine et dans une installation de fortune, par la période la plus froide de l'année, nous avons réussi à rouir aussi bien que les praticiens de la Lys, soi-disant possesseurs de nombreux secrets ou tours de main. La quantité d'eaux résiduaires est assez faible pour être, sur des surfaces restreintes, utilisée en irrigation, sans qu'il soit nécessaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'envoyer dans les cours d'eau. Le procédé expérimenté permet donc de supprimer, d'une façon complète, la contamination de ceux-ci. »

M. Albert Durand, secrétaire du Comité linier de France, à la suite du compte rendu de la visite faite à l'usine de Goderville, remarque que le procédé peut traiter avantageusement toutes pailles de lin. « C'est en cela qu'il aiderait puissamment à l'extension de la culture. Il donne une solution, souvent cherchée, si longtemps désirée. Et si quelque doute venait de la liste si longue des chercheurs malheureux, des brevets inappliqués pris en cette matière, les mésaventures des premiers aviateurs n'empêchent pas qu'il soit possible aujourd'hui d'aller, par la voie des airs, de Paris à Varsovie dans la même journée. »

Sur la bactériologie même du rouissage, on consultera plus particulièrement les mémoires du professeur G. Rossi. Nos « Notes de Chimie » ont analysé l'un d'entre eux, publié dans les *Atti del reale Istituto d'Incorragiamento di Napoli* (1907, p. 41 et suiv. Voir les Notes de Chimie de février 1909, p. 388).

Les eaux résiduaires de tannerie et leur épuration. — La composition des eaux résiduaires de tannerie est très différente suivant les usines, à cause de la complexité des procédés du tannage et de leurs variations. On trouvera un certain nombre d'analyses, dues au Ribble Committee, à K. B. Lehmann, à Maclean Wilson, à König, à E. Rolants, etc., dans l'étude que M. E. Rolants, chef du laboratoire de l'Institut Pasteur de Lille, a consacrée à l'épuration des eaux résiduaires de tannerie.

Quelle est la nocivité de ces eaux? Weigelt a étudié, dit M. E. Rolants, l'action d'un grand nombre de composés chimiques ou organiques sur les poissons. Parmi les composés que l'on peut rencontrer dans les eaux résiduaires de tannerie, certains ont une action très nuisible.

Tannin. — Les solutions à 0,1 pour 1 000 ne paraissent pas avoir d'action sur la truite, tandis que dans la solution à 10 p. 1 000, elle périt très rapidement. Cette dernière solution paraît être supportée au moins un certain temps par la tanche.

Chaux. — La chaux est très nuisible aux poissons : ils peuvent supporter la dose de 0,03 p. 1 000, mais sont intoxiqués lorsque cette dose atteint 0,07 p. 1 000.

Alun chromique. — Relativement peu toxique; le poisson résiste à des solutions à 0,2 p. 1 000.

Composés arsenicaux. — Les poissons, même les plus petits, supportent pendant plusieurs heures l'action des solutions arsenicales à 0,05 p. 1 000.

D'après Heim, les composés arsenicaux semblent exister dans les eaux résiduaires de mégisserie à l'état de sulfure colloïdal dénué de toxicité. Aussi ces eaux diluées au dixième n'exercent aucune action sur les poissons, les crustacés, les phanérogames. On peut, avec une solution supérieure à 1/50e, les épandre pendant longtemps (14 jours) sur le sol, sans dommage pour les plantes de culture qui y croissent.

Hydrogène sulfuré. — L'eau contenant 0,001 p. 1 000 d'hydrogène sulfuré exerce une action toxique énergique sur les poissons.

Les essais du docteur Heim ont montré que les eaux d'épilage par le sulfure de sodium sont extrêmement toxiques pour les poissons et les crustacés, les premiers étant plus sensibles que les derniers. Les poissons ne peuvent supporter pendant vingt-quatre heures que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le séjour dans des dilutions à 1 p. 1 000. Ces eaux ne sont inoffensives pour les plantes aquatiques qu'à la dilution de 2 p. 1 000. L'épandage, même prolongé sur le sol, à toute concentration, reste par contre inoffensif pour les plantes de culture.

En ce qui concerne l'utilisation des eaux résiduaires de tannerie, d'après Schultz, ces eaux peuvent être employées comme engrais. Les eaux de trempage des bains de chaux, les jus usés des fosses à tan et les eaux de lavage ont, comme fertilisants, une valeur telle qu'une tannerie traitant 5 000 peaux par an peut fertiliser 40 ha de terrain de culture. On peut y ajouter, avec profit, tous les résidus d'écorces et même de la terre, pour y retenir l'ammoniaque.

Ferdinand Jean recommande de réunir les eaux de désaignage des peaux, les fonds de pelains morts, les eaux de lavage des ateliers et des moulins, les balayures, etc., dans un réservoir situé en dessous de la tannerie. Avec les cendres provenant de la combustion de la tannée, les balayures de tan et des plâtras ou des terres, on peut obtenir un compost utilisable avantageusement, renfermant 1,55 p. 100 d'azote.

H. R. Procter a suggéré que dans beaucoup de tanneries on aurait avantage à extraire par distillation l'ammoniaque des pelains morts.

La plupart des tanneries rejettent des volumes d'eaux relativement peu considérables. Une usine produisant 130 gros cuirs par semaine ne rejette environ que 33 m^3 par jour.

Par suite de la grande pollution et de la diversité de composition des eaux rejetées, le problème de l'épuration de ces eaux est des plus difficiles à résoudre. Cependant l'épuration est nécessaire, car ces eaux renferment des produits très nuisibles.

Parmi les expériences entreprises pour obtenir cette épuration, le docteur F. Schoofs constata qu'en fosse septique il s'établissait des fermentations avec production d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque.

A l'Institut d'hygiène de Hambourg, sous la direction du professeur Dunbar, on trouva que les eaux résiduaires de tanneries employant le procédé aux extraits pouvaient être épurées d'une façon satisfaisante par double contact sur lits bactériens, avec deux remplissages par jour et par lit.

A la station de Lawrence (Massachusetts), H. W. Clark a résumé les expériences d'épuration des eaux résiduaires de trois tanneries.

Grâce à une subvention de la Caisse des Recherches scientifiques, le docteur Heim a entrepris, avec la collaboration de MM. Fauré-Frémiet, A. Hébert, Moussu, Sartory et Schaffer, des recherches suivant un programme très net. En 1909, les recherches ont porté sur les eaux de tannerie, reverdissage et épilage au sulfure de sodium; en 1910, sur les eaux arsenicales de mégisserie et sur la nocivité des eaux de reverdissage et d'épilage au sulfure de sodium.

L'épuration microbienne par lits bactériens atteignit un taux acceptable, mais les résultats d'épuration biologique restèrent inférieurs à ceux fournis par l'épuration chimique, au double point de vue de la composition chimique de l'eau et de sa richesse microbienne.

Les conclusions de Heim sont que les fermentations aérobies ou anaérobies ne font subir aucun changement notable aux eaux d'épilage au sulfure de sodium, parce que leur teneur élevée en sulfure entrave les processus fermentatifs de désintégration

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moléculaire. Le procédé d'épuration à l'argile, suivi d'un passage sur charbon et craie, fournit une eau neutre, limpide, privée d'hydrogène sulfuré. A défaut de ce procédé coûteux, l'emploi de réactifs chimiques permet l'obtention d'une épuration suffisante, épuration tout au moins préalable, et à compléter par une épuration biologique subséquente.

Le docteur Heim recommande de filtrer les eaux de mégisserie sur sable, coke, tourbe (filtration physique) ou sur bioxyde de manganèse (filtration chimique), puis de les traiter par le sulfate ferrique, à 3 ou 4 kg par mètre cube ; il rejette complètement les procédés biologiques.

D'après C. C. James, les eaux résiduaires de tannerie ne peuvent être traitées par les procédés biologiques, et on doit recourir à la précipitation chimique après élimination, au moyen de grilles, des matières flottantes. On emploie généralement le sulfate d'alumine sous la forme commerciale d'aluminoferric.

Dans son rapport sur les industries des peaux, paru en 1903, M. Maclean Wilson estime que l'épuration complète d'un liquide si complexe et si fortement chargé en matières organiques n'est pas chose facile, et il est heureux, dit-il, que la plupart des tanneries soient reliées aux égouts du district où les eaux résiduaires se mélangent aux eaux d'égout et le tout est épuré dans une station centrale. C'est, ajoute-t-il, la meilleure solution du problème. Il faut remarquer cependant que ces eaux augmentent la difficulté d'épuration des eaux d'égout avec lesquelles elles sont mélangées. Cela a été observé à Handsworth.

Pour éviter cet inconvénient, et aussi l'encrassement des égouts, il est nécessaire que les eaux de tannerie subissent un traitement préalable.

Lorsque le tanneur est obligé d'épurer lui-même ses eaux résiduaires, la meilleure méthode est l'irrigation terrienne, qui a donné des résultats satisfaisants en beaucoup d'endroits : à défaut de surfaces irrigables, on effectuera la précipitation par l'alun ou les sels de fer, et on filtrera le liquide décanté sur les scories. Le plus souvent, les résultats sont mauvais, car les filtres sont insuffisants.

M. Maclean Wilson déclare finalement que l'on n'a trouvé aucune méthode efficace, excepté la précipitation chimique suivie d'irrigation terrienne, ou cette dernière seule.

A Bolton, les eaux résiduaires de tannerie ont rendu très difficile l'épuration des eaux d'égout par voie chimique. Les tanneries de cette ville, ne possédant aucun bassin collecteur pour leurs eaux résiduaires, évacuaient, en une fois, tantôt leurs eaux alcalines d'épilage, tantôt leurs eaux acides de tannage, ce qui rendait souvent inefficace l'épuration chimique.

Dans quelques villes anglaises, notamment à Chorlay et à Handsworth, on traite à part les eaux résiduaires de tanneries.

A Sheffield, où les eaux de tannerie se mélangent à des eaux d'industries métallurgiques, il n'était pas rare de voir arriver à la station d'épuration un fleuve d'encre; l'épuration par la chaux donnait des eaux encore noires. Ces inconvénients ont disparu depuis qu'on a imposé l'établissement de bassins collecteurs. Les eaux de la ville, mélangées à ces eaux industrielles, s'épurent par voie biologique, sans difficultés.

Dans deux grosses tanneries du Cheshire, l'épuration se fait de la façon suivante et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle donne de bons résultats : les eaux acides de tannage sont réunies dans un bassin et additionnées de 9 kg de sulfate de fer par m^3. Le liquide, noir comme de l'encre, est évacué dans un bassin de clarification, où l'on fait arriver en même temps un volume double d'eaux alcalines d'épilage. Il se produit une précipitation immédiate. Toute la masse est alors passée aux filtres presses, et l'effluent est épuré par voie biologique.

Les boues des bassins de décantation des tanneries constituent un engrais de haute valeur.

***

Après avoir ainsi exposé les expériences entreprises de divers côtés et les opinions de spécialistes, les auteurs du mémoire que nous résumons concluent, de cette étude, qu'il ressort nettement que l'épuration des eaux résiduaires de tannerie est un problème extrêmement difficile à résoudre. L'on ne peut pas espérer un résultat aussi parfait qu'avec bien d'autres eaux résiduaires industrielles. On peut cependant arriver à une épuration suffisante pour que l'effluent, rejeté dans une rivière d'un certain débit, n'y cause pas de ravages sur les poissons. Pour atteindre ce but, il faut d'abord s'efforcer d'obtenir une eau d'une composition moyenne. Le mélange décanté devra fournir des eaux légèrement alcalines, ce qu'on obtiendra toujours en ajoutant, s'il est nécessaire, les boues de chaux des pelains ou même de la chaux en supplément. L'addition d'un sel d'alumine ou d'un sel ferrique donnera lieu ensuite à une abondante précipitation. Les eaux ainsi clarifiées pourront, quelle que soit leur concentration, être épurées par irrigation terrienne.

Mention spéciale doit être faite des eaux renfermant de l'arsenic qu'on éliminera en traitant les eaux par un sel de fer, ou en les filtrant sur des rognures de fer ou sur des comprimés contenant ce métal.

Préparation de zymases pour conserves stérilisées. — Un procédé très original d'extraction de la sève, procédé qui peut être étendu à d'autres cas, est celui dû à MM. Dixon et Atkins de Dublin. Il consiste à immerger la plante pendant quelques minutes dans l'air liquide, puis à exercer une pression. Il a été appliqué à l'isolement des zymases, et ses auteurs notent que Pasteur n'avait pas réussi le procédé sur la levure refroidie.

La levure est débarrassée de la bière dans un centrifugeur, ou par simple pression dans une toile fine. La masse plastique ainsi obtenue est moulée en cylindres de 10 à 15 cm de long et 1,5 de diamètre, enveloppée dans du papier, et introduite, au moyen d'un fil, dans un flacon de Dewar rempli d'air liquide. On l'y laisse dix à quinze minutes jusqu'à ce que la cessation de tout bouillonnement de l'air liquide indique que la température de la masse s'est abaissée à celle de l'air liquide. Le cylindre est retiré; on enlève le papier à son extrémité inférieure et on porte le cylindre dans le centrifugeur. La levure est redevenue d'une fluidité parfaite. On centrifuge pendant dix minutes, à 9 000 tours par minute, et l'on obtient 30 p. 100 d'un liquide qui se sépare des cellules et qui renferme la zymase.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1912, Lebedeff (*Annales de l'Institut Pasteur*) a décrit une méthode d'extraction de la zymase par simple macération dans l'eau. MM. Dixon et Atkins ont comparé l'activité de deux zymases extraites d'une même levure par les deux méthodes, celle de l'air liquide, celle de la macération, et ils ont trouvé que la première est tout aussi active; elle est plus active que la zymase extraite au moyen du chloroforme, selon la méthode indiquée par Giglioli (*Rendiconti*, Acc. Lincei, 1911).

Une application originale de cette méthode est suggérée par les auteurs. On regarde généralement les substances alimentaires stérilisées comme étant moins assimilables à cause de la destruction des zymases qui préexistaient dans leurs tissus. Or l'air liquide fournit le moyen d'extraire la sève à enzymes sans grande altération. Cette sève peut être refroidie aussitôt après extraction et évaporée à siccité sous pression réduite par la méthode de L. F. Shakell (in *American Journal of Physiology*, 1906), et la poudre résultante peut être mise en réserve, et ajoutée à l'occasion aux aliments, dans le but de remplacer les enzymes que la stérilisation a détruites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par M. Henri Hitier,
membre du Conseil.

LES FEUILLES DE BETTERAVES

I. — *Les feuilles de betteraves. — Leur utilisation, comme engrais, pour la fumure des terres; leur utilisation, comme aliments, pour la nourriture du bétail.*

Lorsque l'on cultive soit les betteraves fourragères pauvres en sucre, soit les betteraves pour la distillerie et la sucrerie, riches en sucre, le plus souvent l'on ne transporte à la ferme ou à l'usine que les racines; sur la champ même on laisse les feuilles et les collets. Ces feuilles de la betterave, si elles restent sur terre, telles quelles, se fanent rapidement, entrent en fermentation et, d'après Dehérain, dégagent alors de notables quantités d'ammoniaque.

Ces feuilles sont loin d'avoir une valeur négligeable, soit comme engrais soit comme aliments pour le bétail; aussi l'agriculteur a-t-il le plus grand intérêt à les utiliser de la façon la plus judicieuse, et pour cela il lui est nécessaire de se rendre compte de la somme d'éléments fertilisants ou de principes nutritifs que contiennent ces feuilles de betteraves.

Il nous a donc paru intéressant de réunir dans ces notes d'agriculture quelques-unes des recherches effectuées sur ce sujet; mais tout d'abord quelle est la quantité de feuilles de betteraves que l'on peut obtenir par hectare?

Quantité de feuilles de betteraves par hectare. — La quantité de feuilles de betteraves, que produit un hectare, est *extrêmement variable,* suivant les variétés cultivées, suivant les cultures, les engrais employés, les conditions météorologiques de l'année.

D'après Heuzé, le produit moyen des feuilles dans les cultures de betteraves de Grignon était, il y a une quarantaine d'années, de 11 000 kg à l'ha, en moyenne; d'ailleurs, disait notre savant professeur, le poids peut varier de 12 000 à 18 000 kg par ha, ce qui représentait 32 à 33 p. 100 du poids des racines; mais à l'époque où M. Heuzé faisait ces constatations, les chiffres se rapportaient à des cultures de variétés fourragères ou de variétés peu riches en sucre que l'on avait alors.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or il y a un fait général constaté depuis longtemps déjà, du reste, c'est que le *poids des feuilles rapporté à 100 kilogrammes de racines augmente à mesure que la richesse en sucre des racines s'élève.*

Champion et Pellet, dès 1876, constataient le fait en étudiant des betteraves dont la teneur en sucre variait de 11,8 à 14,5 p. 100 ainsi qu'il résulte de tableau suivant :

Variétés.	Sucre p. 100 dans la betterave.	Feuilles p. 100 de racines.
Betterave Vilmorin	14,5	36 kilogrammes.
— Simon Legrand. . . .	13,3	33 —
— ordinaire	11,8	20 —

Vivien dans son Traité complet de la fabrication du sucre (1876) constatait que dans les espèces sucrées la partie foliacée représente 35 à 40 p. 100 du poids total de la récolte (racines et feuilles) contre 20 à 30 p. 100 dans les espèces pauvres.

Ladureau en 1878 trouvait, dans ses essais, que la betterave rose de Pologne, la moins riche en sucre, accusait 35 p. 100 de feuilles du poids des racines, tandis que la blanche de Silésie, la plus riche, accusait 55 à 60 p. 100.

Dans son ouvrage sur la culture de la betterave à sucre, Dureau donne le tableau suivant qui résumait, à l'époque où parut l'ouvrage (1886), les observations faites à ce sujet.

De nombreux essais, en effet, auraient donné les résultats suivants:

Richesse en sucre des racines. P. 100.	Poids des feuilles pour 100 k. de racines.
15,4	58
15,2	63
14,1	52
14,7	62
13,1	31
13,8	26
13,5	36
12,4	25
11,8	26

Il paraît donc établi, disait Dureau, que la proportion du poids des feuilles par rapport à celui des racines augmente avec la richesse saccharine des betteraves. La chose est aujourd'hui d'observation courante : les betteraves riches ont plus de feuilles que les betteraves pauvres, et les variétés sucrières cultivées actuellement présentent une proportion de feuilles extrêmement élevée.

M. Saillard, le savant et très distingué directeur du laboratoire des fabricants de sucre de France, fait chaque semaine, de juillet à octobre, l'analyse d'un certain nombre d'échantillons de betteraves prises dans les carrés d'essais de diverses régions de la France. Les poids de la plante entière et de la racine sont indiqués dans ces analyses ainsi que la richesse saccharine. Or voici les chiffres se rapportant à la dernière semaine de septembre, c'est-à-dire à l'époque des arrachages, pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

années 1909, 1910, 1911 et 1912, très différentes, comme chacun le sait, sous le rapport des conditions météorologiques.

Années.	Poids de la plante entière. (grammes).	Poids de la racine décolletée. (grammes).	Richesse saccharine. p. 100.
1912.	978	513	16,67
(Très sèche) 1911.	510	275	16,71
1910.	933	442	16,01
1909.	926	445	16,02

Pour des betteraves, par conséquent, très riches en sucre, en contenant plus de 16 p. 100, correspondaient à 100 kg de racines 90 kg de feuilles en 1912, 89 kg en 1911 et jusqu'à 110 et 108 kg en 1910 et 1909.

Dans une toute récente étude (bulletin du Comice agricole de Saint-Quentin, n° 11, 1913), M. Vivien, le savant chimiste, qui depuis tant d'années suit si minutieusement la culture de la betterave, donne les chiffres que voici pour l'année 1913 au 30 septembre, pour la France : à une racine d'un poids de 512 g correspondait un poids de feuilles de 528 g, soit 103 p. 100; d'après le laboratoire de Berlin, au 23 septembre pour l'Allemagne, à une racine d'un poids de 437 g correspondait un appareil foliacé du poids de 434 g, soit 99 p. 100.

F.-O. Licht pour les betteraves du district de Magdebourg, donne au 30 septembre les chiffres de 612 g pour la racine de la betterave, et 639 g pour les feuilles de la même betterave.

En résumé, alors qu'Heuzé indique à Grignon 32 p. 100 de feuilles pour 100 kg de racines, soit 11 000 kg de feuilles pour des rendements en betteraves de 33 000 kg de racines à l'hectare ; qu'avec de grosses récoltes de betteraves fourragères de 60 000 kg et plus de racines à l'hectare l'on ne récoltait guère plus de 18 500 kg de feuilles; aujourd'hui, avec des betteraves à sucre riches de 15 à 16 p. 100, les feuilles obtenues sur un hectare représentent un poids égal à celui des racines, dépassant souvent 30 à 35 000 kg par hectare.

Composition des feuilles de betteraves en éléments fertilisants. — D'après Vivien (1), des betteraves à 11 p. 100 de sucre présenteraient la composition suivante :

Nature des éléments.	Pour 1 000 kg racines. kilogrammes.	Pour 1 000 kg feuilles. kilogrammes.
Potasse	3,05	11,57
Acide phosphorique	0,61	3,01
Soude	0,85	3,00
Chaux	0,48	3,50
Magnésie.	0,18	2,80
Chlore	0,84	3,72
Acide sulfurique	0,25	1,80
Silice-silicates	1,28	2,40
Azote.	2,75	3,90
Sucre	110,00	26,80
Matières organiques	45,35	75,40
Eau	831,36	862,10

(1) Traité complet de la fabrication du sucre, 1876, cité par Geschwind et Sellier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Champion et Pellet, qui ont procédé à de nombreuses analyses de betteraves pauvres et riches françaises et étrangères, ont trouvé, pour des betteraves à 10 p. 100 et à 15 p. 100 de sucre les résultats moyens suivants (1) :

Matières minérales et organiques enlevées par les feuilles et les racines :

	Betteraves à 10 p. 100 de sucre.		Betteraves à 15 p. 100 de sucre.	
	1 000 kg feuilles.	1 000 kg racines.	1 000 kg feuilles.	1 000 kg racines.
Potasse	9,23	2,93	10,00	2,66
Soude	3,23	0,51	3,47	0,45
Chaux	3,50	0,42	3,75	0,38
Magnésie	2,81	0,38	3,03	0,33
Chlore	3,23	0,57	3,47	0,50
Acide sulfurique	1,50	0,22	1,63	0,19
Silice	0,31	0,34	0,33	0,30
Acide phosphorique	2,23	0,59	2,30	0,51
Divers	2,03	0,16	1,92	0,13
Total	28,07	6,12	30,0	5,45
Matière sèche	138,0	167,5	140,0	240,0
Azote	3,3	2,5	3,8	4,0

On remarque, à l'examen du résultat de ces analyses, que plus la betterave est riche en sucre, moins chargée en sels minéraux se trouve la racine, plus considérable, au contraire, est la quantité des matières minérales contenue dans les feuilles (2).

Ce fait des plus importants au point de vue de la culture et de l'industrie sucrière s'est trouvé confirmé depuis par de nombreux travaux, entre autres par ceux de M. Saillard.

Essais de M. Saillard. — Pendant les années 1903 et 1904 le laboratoire du syndicat des fabricants de sucre, que dirige avec une si grande compétence M. Saillard, effectua des essais ayant pour but de mettre en comparaison des variétés riches et des variétés demi-sucrières, afin de faire ressortir leur valeur culturale et leur valeur industrielle comme matière première de sucrerie (Bulletin trimestriel du syndicat des fabricants de sucre de France, 1905, p. 429 à 437). En 1903 les expériences ont été faites dans 11 champs et ont porté sur 10 variétés dont 4 demi-sucrières, en 1904 elles ont été faites dans 12 champs et ont porté sur 10 variétés dont 2 demi-sucrières.

Il faut noter que l'année 1904 a été une année particulièrement sèche.

Les rendements par hectare ont été :

	Année 1903.		Année 1904.	
	Variétés demi-sucrières. kilogrammes.	Variétés sucrières. kilogrammes.	Variétés demi-sucrières. kilogrammes.	Variétés sucrières. kilogrammes.
Racines	52 427	38 389	33 364	29 538
Feuilles	25 977	33 280	11 788	15 927

(1) Dureau, *Traité de la culture de la betterave à sucre.*

(2) Pagnoul, il y a plus de 40 ans, avait déjà mis le fait nettement en évidence et, les feuilles étant enfouies dans le sol, comme engrais, il en concluait que les betteraves riches exportant du domaine beaucoup moins de matières fertilisantes que les betteraves pauvres, devaient donc être considérées comme moins épuisantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Racines et feuilles ont été analysées et les chiffres suivants ont été trouvés :

		Extrait.	Sucre.	Cendres sulfuriques.	Potasse.	Acide phosphorique.	Azote.
		Année 1903.					
Variétés demi-sucrières.	Racines.	17,90	11,41	1,47	0,30	0,093	0,178
	Feuilles.	10,95	»	3,26	0,39	0,07	0,237
Variétés sucrières.	Racines.	22,80	15,56	1,33	0,23	0,089	0,19
	Feuilles.	12,46	»	2,89	0,43	0,08	0,266
		Année 1904.					
Variétés demi-sucrières.	Racines.	18,90	12,04	1,41	0,284	0,069	0,239
	Feuilles.	14,30	»	4,40	0,491	0,072	0,401
Variétés sucrières.	Racines.	24,0	15,97	1,37	0,234	0,064	0,248
	Feuilles.	15,43	»	4,77	0,539	0,066	0,421

Les racines de betteraves riches ont retenu par hectare moins de principes fertilisants que les racines des betteraves demi-sucrières :

	Année 1903.			Année 1904.		
	Demi-sucrières. kg.	Sucrières. kg.	Différence. kg.	Demi-sucrières. kg.	Sucrières. kg.	Différence. kg.
Azote	92	72	20	81	72	9
Acide phosphorique	49	34	15	27	20	7
Potasse	151	89	62	98	73	25

C'est tout le contraire en ce qui concerne les feuilles.

Les feuilles des betteraves riches ont retenu par hectare plus de principes fertilisants que les racines des betteraves demi-sucrières.

Les quantités de principes fertilisants contenus dans la récolte de feuilles de 1 hectare ressortent des tableaux qui précèdent et sont les suivants :

	Année 1903.			Année 1904.		
	Riches. kg.	Demi-sucrières. kg.	Différence. kg.	Riches. kg.	Demi-sucrières. kg.	Différence. kg.
Azote	77	53	24	61	45	16
Acide phosphorique	25	18	7	9	9	0
Potasse	134	98	36	80	66	14

« Il est à noter, dit M. Saillard, que ces chiffres sont certainement au-dessous de la vérité, attendu que les arrachages des champs d'essai ont été échelonnés du 1er octobre au 15 ou 18 novembre afin de permettre l'analyse immédiate des échantillons envoyés ; or quand l'arrachage est fait tardivement, beaucoup de feuilles jaunissent, tombent sur le sol et cela est surtout vrai pour les betteraves riches dont le feuillage est plus abondant... »

De ces essais M. Saillard conclut, en ce qui concerne les feuilles des betteraves : Plus la betterave est riche, plus est grande la proportion de non sucre qui émigre dans les feuilles, et comme, ajoute-t-il, les feuilles restent sur le sol, plus la betterave est riche, plus elle favorise la culture qui lui succède dans l'assolement de la ferme (1).

(1) Le Dr H. Briem dans son étude sur la betterave à sucre actuelle, sélection et culture, parue dans la *Sucrerie indigène et coloniale* (année 1910), donne le tableau suivant, indiquant, d'après des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expériences de Lauchstädt. — A la ferme de Lauchstädt, exploitation expérimentale de la station agronomique de Halle, le professeur Schneidewind poursuivit de 1902 à 1904 une série d'expériences sur la culture de *la betterave à sucre* pour rechercher la meilleure utilisation agricole des feuilles de betteraves, au double point de vue précisément de la fumure du sol et de l'alimentation du bétail. Notre regretté collègue L. Grandeau a rendu compte de ces expériences dans le Journal d'Agriculture pratique, numéros des 21 juillet et 28 juillet 1904.

Les betteraves sucrières étaient cultivées à Lauchstädt sur d'assez grandes étendues (4 ha et demi) et la moyenne de trois années consécutives dans diverses conditions de fumure a donné les résultats consignés dans le tableau suivant :

Fumures (1).	Poids de feuilles fraîches à l'hect. q. m.	Substance sèche p. 100 à l'hectare. p. 100.	q. m.	Poids des feuilles récoltées pour 100 quint. métr. de betteraves fraîches. q. m.	sèches. q. m.	Teneur de la substance sèche des feuilles. Azote. p. 100.	Acide phosph. p. 100.	Potasse. p. 100.	En kg par hectare. Azote. kg.	Acide phosph. kg.	Potasse. kg.
Engrais minéraux sans azote . . .	177,2	19,67	34,86	47,5	9,34	1,58	0,56	2,94	55,89	19,82	104,43
Id. + 4 quintaux nitrate à l'hectare.	275,9	16,48	45,16	65,0	10,63	1,95	0,54	2,41	84,76	22,63	100,89
Fumure verte sans azote	220,2	17,80	39,00	53,4	9,45	1,80	0,52	2,73	69,55	19,99	106,09
Id. + 4 quintaux de nitrate . . .	327,9	15,87	50,78	74,8	11,70	2,09	0,54	2,34	106,24	26,76	118,86
Fumier de ferme sans azote . . .	260,2	16,81	46,76	59,3	9,90	2,01	0,64	2,78	92,97	29,28	127,26
Id. + 4 quintaux de nitrate . . .	389,6	14,58	56,44	77,0	11,17	2,26	0,63	2,60	116,10	32,23	132,40

La production foliacée des parcelles qui n'ont reçu que des engrais minéraux, sans azote, est très notablement inférieure à celle des parcelles auxquelles on a appliqué des fumures azotées. Mais comme, dans la pratique, on ne cultive pas la betterave sans fumure azotée, il convient d'éliminer, du calcul de la moyenne des résultats, les récoltes des champs qui n'ont pas reçu d'azote, pour établir les quantités et la répartition des éléments nutritifs de la plante dans ses feuilles. On arrive ainsi aux résultats suivants, par hectare :

Nature des fumures.	Feuilles fraîches. q. m.	Azote. kg.	Acide phosphorique. kg.	Potasse. kg.
Engrais minéraux + nitrate	275,9	84,76	22,63	100,89
Engrais verts + nitrate	327,9	106,24	26,76	118,86
Fumure d'étable + nitrate	389,6	116,10	32,32	132,40
Moyennes	331,1	101,37	27,24	117,38

essais poursuivis pendant plusieurs années, la moyenne des quantités d'éléments fertilisants enlevés au sol par une récolte de betteraves.

		Azote. kg	Acide phosphorique. kg	Potasse. kg
Récoltes moyennes.	Racines	50,3	30,1	73,5
	Feuilles	62,4	21,8	106,9
Récoltes fortes . .	Racines	89,8	40,3	106,9
	Feuilles	139,5	40,3	165,5

(1) Toutes les parcelles ont reçu des engrais phosphatés et potassiques à doses égales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De ces chiffres résulte la conclusion que la feuille de betterave renferme d'énormes quantités de principes nutritifs des plantes enlevées au sol.

La quantité d'azote contenue dans les feuilles récoltées sur un hectare est très considérable ; elle correspond à 6 quintaux et demi de nitrate de soude ; plus élevés encore sont les poids de potasse. Ils représentent 234 kg de chlorure ou de sulfate de potasse (à 50 p. 100). L'emprunt d'acide phosphorique est beaucoup moindre, correspondant à 200 kg de superphosphate au maximum.

C'est la valeur, comme engrais azoté, de la feuille de la betterave, qui offre le plus d'intérêt. Pour la déterminer expérimentalement, on a fait à Lauchstädt l'essai suivant, sur deux champs qui venaient de porter des betteraves.

Sur l'un, on a enlevé complètement les feuilles, après le décolletage ; sur l'autre on a enfoui les feuilles, après les avoir divisées et répandues uniformément sur le champ de même étendue que le premier. Puis on a ensemencé les deux parcelles (4 ha et demi) en avoine.

Voici les récoltes obtenues en grain et en paille rapportées à un hectare :

	Grains. q. m.	Paille. q. m.
Avec feuilles de betteraves	35,93	47,64
Sans feuilles	28,38	38,05
Excédents dus aux feuilles.	7,55	9,59

Pour évaluer le bénéfice résultant de ces excédents de 7 55 quintaux de grain par hectare et de 9, 59 qm de paille, le professeur Schneidewind leur appliquait les cours au moment de la récolte, 18, 75 f par quintal d'avoine et 5 f par quintal de paille (ces prix peuvent s'appliquer encore à l'heure actuelle) et il trouvait ainsi que l'excédent dû aux feuilles correspondait à 165, 50 f par hectare. A cette somme il y aurait lieu d'ajouter peut-être la valeur des excédents de la récolte qui succéderait à l'avoine.

En tout cas, concluait M. L. Grandeau, on voit que la valeur fertilisante des feuilles de betteraves dépasse de beaucoup l'estimation de nombreux praticiens qui évaluent l'enlèvement des feuilles à une diminution de rendement de la récolte suivante de 50 à 60 f seulement par hectare.

De tous ces chiffres, bien qu'ils diffèrent sensiblement les uns des autres quant au poids des feuilles récoltées par hectare, quant à la composition même des feuilles, suivant les conditions dans lesquelles ont été cultivées les betteraves, il ne se dégage pas moins ce fait très net :

1° C'est que les feuilles de betteraves représentent une véritable fumure et que le cultivateur a le plus grand intérêt à les utiliser d'une façon judicieuse en les enfouissant rapidement par le labour avant toute fermentation sur le sol qui leur ferait perdre une partie de leur azote.

2° Les betteraves sucrières ont proportionnellement à leur poids plus de feuilles que les betteraves pauvres et enfin, comme l'ont constaté des expérimentateurs nombreux : dans la bonne betterave à sucre actuelle, la proportion de cendres dans la racine a notablement baissé tandis que toutes les matières nutritives en excès s'accumulaient dans le système foliacé très développé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. — *Les feuilles de betteraves dans l'alimentation du bétail.*

En France, l'on enfouit le plus souvent les feuilles de betteraves après la récolte des racines et nous venons de constater que ces feuilles représentaient une véritable valeur comme engrais ; cependant on les utilise fréquemment en partie tout au moins, pour l'alimentation de bétail, en ce sens que l'on mène sur les champs de betteraves les troupeaux de moutons, les vaches laitières même ; ces animaux mangent feuilles et collets et on renfouit simplement ce qu'ils en ont laissé. Rarement, jusqu'ici tout au moins, l'on avait songé, en France, à recueillir les feuilles de betteraves aussitôt l'arrachage pour les utiliser et les donner l'hiver au bétail de la ferme.

En Allemagne au contraire, on conserve en silos les feuilles de betteraves que l'on a soin d'employer à l'alimentation du bétail (1).

Les silos de feuilles de betteraves sont faits, au bord d'une route, à proximité des étables. Ils ont 5 ou 6 m de large, 3 ou 4 m de hauteur et la longueur nécessaire. On creuse légèrement le sol et on y étale les feuilles couche par couche, en les faisant piétiner peu à peu par les bœufs. Une fois le silo terminé, on le recouvre de 0, 50 m à 0, 60 m de terre. On attaque les silos en hauteur au moment de la consommation (Saillard).

Que peut coûter cet ensilage, et quelle est la valeur des feuilles de betteraves ensilées ? Des expériences récentes faites en France vont nous renseigner à cet égard.

M. Saillard a donné des renseignements particulièrement intéressants sur l'ensilage des feuilles de betteraves dans une de ses conférences à la Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne (5 mars 1911) ; après avoir rappelé la pratique courante en Allemagne de l'ensilage des feuilles et collets, il a précisé les conditions dans lesquelles avait opéré une importante sucrerie.

Celle-ci avait ensilé en 1910 420 000 kg de feuilles et collets de la façon suivante :

Une fosse de 6 m de largeur, 0, 60 m de profondeur, avait été creusée au bord d'un champ de 20 ha environ, et la terre rejetée de chaque côté afin qu'elle puisse servir à la couverture du silo.

Les feuilles de betteraves, avec les collets adhérents, ont été amenés dans la fosse au moyen de tombereaux qui en contenaient 1 500 kg. On les a répartis dans la fosse en tranches horizontales en les saupoudrant de 4 à 5 kg de sel dénaturé par 1 000 kg de produit. Les voitures chargées arrivaient à l'une des extrémités et parcouraient chaque fois le silo dans toute sa longueur, ce qui assurait un tassement énergique. (L'ensilage a continué ainsi jusqu'à une hauteur de 2, 25 m. La longueur à donner au silo varierait naturellement avec la quantité de feuilles et collets à conserver.)

On a ainsi entassé le contenu de 280 tombereaux, soit 420 000 kg. La main-d'œuvre qui a été nécessaire pour placer les feuilles, les répartir dans le silo, les saupoudrer de sel et pour recouvrir le tas avec la terre, a coûté 286, 35 f. Pour amener les feuilles et

(1) Dans plusieurs fermes allemandes M. Saillard a constaté que l'on attachait une grande importance à l'enlèvement des feuilles, non seulement parce que celles-ci peuvent être employées comme fourrage, mais encore parce qu'on les considère comme favorisant, dans les cultures suivantes, l'apparition des insectes, des maladies, etc. (Enquête sur la culture de la betterave à sucre en Allemagne, en Autriche-Hongrie et en Belgique.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

collets dans le silo, il a fallu 115 journées de cheval ou de bœuf, ce qui, à raison de 5 f par jour, fait 575 f.

Enfin on a employé pour le tas tout entier 1 800 kg de sel dénaturé qui représente une dépense de 105 f.

Soit au total 966, 35 f.

soit par tonne de feuilles et collets $\frac{966,35}{424} = 2,27$ f ou 2,30 f la tonne.

Évidemment, en faisant plusieurs silos au lieu d'un aussi grand de telles dimensions il y aurait possibilité d'économiser un certain temps et des frais de main-d'œuvre et de charroi par conséquent.

M. Saillard a eu l'occasion d'analyser le produit de cet ensilage de feuilles et collets, et dans ce cas particulier il a trouvé :

Extrait sec p. 100	16,15	
Matières protéiques	2,12	dont en matières albuminoïdes 0,94.
Matières grasses brutes	0,28	
Cellulose	2,12	
Extractifs non azotés	6,75	
Acidité volatile (exprimée en acide acétique)	0,55	
Acidité fixe (exprimée en acide lactique)	0,57	

Ces chiffres sont très voisins de ceux donnés dans les tables alimentaires.

M. Saillard a rapporté les résultats de son analyse à 100 de matière sèche (abstraction faite des matières minérales), et il les a comparés aux résultats d'analyses se rapportant aux pulpes fraîches et aux pulpes ensilées ; il a alors pu dresser le tableau suivant :

	Matière sèche (sans matières minérales)		
	de pulpe fraîche. p. 100.	de pulpe ensilée. p. 100.	de feuilles et collets ensilés de la sucrerie X. p. 100.
Matières protéiques brutes	9	10,6	18,81
Extractifs non azotés	67	63	62,38
Cellulose	24	26,4	18,81
Totaux	100	100,00	100,00

Si l'on ajoute à cela, dit M. Saillard, que la proportion de matières albuminoïdes dans les feuilles et collets ensilés de la sucrerie de X est 8,34 p. 100 de la matière sèche (les 8,34 font partie des 18,81), on voit que leur valeur alimentaire est forcément plus élevée que celle des pulpes fraîches ou ensilées, même en mettant en ligne de compte les coefficients de digestibilité et les teneurs en eau différentes.

A propos des feuilles et collets de betteraves ensilés M. Saillard, qui en a vu l'emploi fréquent en Allemagne pour l'alimentation du bétail, fait les remarques générales suivantes.

Les feuilles de betteraves contiennent généralement une forte proportion d'acide oxalique, soit à l'état d'acide libre, soit à l'état d'oxalate. Cette proportion peut s'élever à 3 p. 100 de la matière sèche et il y en a plus de 50 p. 100 à l'état soluble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme l'acide oxalique a une grande affinité pour la chaux, il n'est pas impossible, quand la ration contient peu de chaux, que l'acide oxalique des feuilles fraîches s'attaque à la chaux des os. Cet inconvénient est moins à craindre avec les ruminants (bœuf, mouton, vache, etc.) qu'avec les non-ruminants (cheval, porc), à cause des fermentations qui se produisent dans l'estomac à poches multiples des premiers et qui attaquent l'acide oxalique ; mais il faut néanmoins le mentionner. Et c'est précisément pour y parer qu'on recommande souvent de mélanger aux feuilles de la craie pulvérisée (carbonate de chaux) dans la proportion de 1 kg de craie par 1 000 kg de feuilles. On recommande aussi cette addition pour les feuilles ensilées afin d'en atténuer l'acidité ; mais elle n'est pas toujours nécessaire.

Pendant la conservation des feuilles en silos, il y a perte de matière sèche, comme pendant la conservation des pulpes. D'après Gerlach, la perte peut s'élèver, après six mois de conservation, à 31 p. 100 de la matière sèche.

Il y a aussi changement de qualité de la matière sèche. Des matières protéiques passent à l'état de matières amidées ayant une valeur alimentaire plus faible ; des acides butyrique, lactique, acétique naissent aux dépens des hydrates de carbone, — l'acide oxalique diminue peu à peu, etc.

On peut donner les feuilles ensilées aux bœufs, aux vaches laitières. Pour ces dernières, les feuilles peuvent représenter le tiers de la ration en matière sèche. Aux bœufs de trait ou aux bœufs à l'engrais, on peut en donner une proportion plus élevée. Les moutons peuvent manger des feuilles déjà un peu fanées.

M. P. Bachelier utilise depuis plusieurs années, dans sa belle ferme de Mormant (Seine-et-Marne), les feuilles de betteraves ensilées, pour l'alimentation.

En 1911, en raison de la disette de fourrage causée par la sécheresse de l'été, M. Bachelier mit en silos une partie des feuilles et collets de sa récolte ; voici comment il procéda, quelle a été la valeur alimentaire du produit obtenu, et comment se sont comportés les animaux soumis au régime de ce produit.

Quelques jours après l'arrachage, par un temps bien sec, les feuilles ont été chargées dans des tombereaux et conduites à la fosse: elles y furent disposées en couches horizontales d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, chaque lit étant saupoudré de sel dénaturé, à la dose de 2 kg pour 1 000 kg de feuilles, et vigoureusement piétiné par les hommes. La fosse utilisée est assainie par un drainage ; elle mesure 1 m de profondeur, 2 m de largeur au fond et 3 m à l'orifice. La fosse pleine jusqu'au niveau du sol, l'entassement de la matière verte fut continué de la même manière, pour atteindre une hauteur de 1,50 m à 2 m.

Une partie de la fosse étant ainsi comblée, on a recouvert d'une couche de terre de 0,70 m d'épaisseur pour que l'eau ne puisse la traverser.

Le tassement s'est produit petit à petit, cependant qu'on avait soin de reboucher avec attention toutes les fissures survenant sur la couche de terre, afin de conserver la masse ensilée à l'abri de l'action de l'air et de l'eau.

Du 15 janvier au 15 mars, les feuilles ont été livrées à la consommation des bestiaux ; le produit entrait dans la composition des rations des bœufs de trait et des moutons de la manière suivante : on mélangeait à poids égaux les feuilles et la pulpe de distillerie, et on ajoutait des balles de céréales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au point de vue de la composition de cet aliment, voici quels résultats ont donnés deux analyses faites au Laboratoire départemental de Melun :

	Échantillon 1.	Échantillon 2.
Matières azotées	3,73	3,38
Matières grasses	0,98	0,65
Matieres hydrocarbonées	10,20	8,13
Cellulose	2,27	2,41
Cendres (y compris tare)	10,67	12,43
Eau	72,15	73,00
	100,00	100,00

En outre, dans 1 000 g de la matière brute, il a été trouvé 2 à 3 cm³ d'alcool éthylique, provenant très vraisemblablement des matières sucrées renfermées dans les collets attenant aux feuilles.

Or, pour la pulpe ensilée, Wolff a donné les chiffres moyens suivants :

	P. 100.
Protéine	1,1
Matières grasses	0,1
Extractifs non azotés	6,3
Cellulose brute	2,8
Eau	88,5

D'après ces chiffres, nous voyons que la somme des principes bruts est, pour 100 g de feuilles, de 15,83 g, en moyenne, tandis que nous n'avons, dans 100 g de pulpe, que 10,4 g de ces principes. Il existe donc une sensible différence en faveur du produit qui nous intéresse.

La moitié de la matière traitée a été soumise, en même temps qu'à l'action du sel, à celle du lacto-pulpe, pulvérisé sur les couches successives, à raison de 2 l de levain pour 1 000 kg de feuilles.

Rien dans l'aspect général, l'appétence, ou la composition des deux lots, n'a permis de les différencier ; toutefois, M. Vivier, le regretté directeur de la Station agronomique de Melun, que M. Bachelier avait prié de doser l'acide oxalique dans l'un et l'autre cas, a trouvé les proportions de 12 p. 1 000 dans les feuilles sans lacto-pulpe, et seulement 6 p. 1 000 dans les feuilles avec ferment lactique.

Si les analyses ont donné pour les feuilles ensilées des résultats satisfaisants, l'observation des bestiaux soumis à ce régime n'était pas moins probante en sa faveur.

Les animaux, dès le premier jour, se montraient très friands de cette nourriture ; on pouvait les voir la rechercher avidement parmi les balles et la pulpe : nous y avons d'ailleurs constaté plus haut la présence d'une petite quantité d'alcool.

M. Bachelier n'a eu à regretter aucun cas de diarrhée, comme il s'en produit lors de l'emploi des feuilles fraîches ; aucun cas d'avortement n'a été constaté chez les brebis pleines ; bref, en tous points, ces feuilles ont donné l'impression d'une excellente nourriture.

Pour ce qui est du prix de revient de la mise en silo, la dépense n'est pas considérable. Pour mettre en fosse et couvrir de terre 50 000 kg de feuilles et collets frais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bachelier a dépensé, en journées d'hommes, de femmes et de bœufs, 138 f, et 7 f pour 100 kg de sel, soit environ 3 f par 1000 kg.

Bien que la situation agricole eût été toute différente, M. Bachelier a fait, en 1912, une nouvelle provision de feuilles de betteraves, et elles lui ont donné des résultats tout aussi satisfaisants; elles sont recherchées avec autant d'avidité par les moutons, les bœufs et même les vaches laitières; le goût et la saveur du lait ne sont aucunement altérés.

Par rapport à l'ensilage précédent, il exista dans la masse conservée une quantité plus grande d'alcool éthylique, et une plus faible proportion d'acide oxalique, soit, pour 1000 g, de 6 à 8 cm^3 d'alcool et de 3 à 4 g seulement d'acide oxalique.

La perte du poids brut, pour les feuilles ensilées bien vertes, a été de 29 p. 100; elle a été moindre pour les feuilles qui étaient légèrement fanées au moment de la mise en fosse, et qui provenaient de betteraves très mûres.

Au point de vue des éléments fertilisants enlevés au sol par l'ensilage des feuilles de betteraves, il est à remarquer que les feuilles ne sortent pas de l'exploitation, qu'elles servent à la nourriture du bétail et, par conséquent, à la production du fumier.

D'ailleurs, la pratique de cet ensilage est surtout intéressante en année très sèche, alors que la production du fourrage est peu abondante, que le développement des racines, et par suite l'épuisement du sol, est relativement faible, et que l'apport d'engrais résultant de l'enfouissement des feuilles est généralement inutile à la céréale suivante, ainsi qu'on l'a constaté en 1911-1912. En tout cas, il est toujours facile de remédier à une insuffisance de végétation par l'épandage de nitrate de soude en couverture.

M. Bachelier conclut : « Si donc l'on admet que l'entretien à la ferme d'un nombreux bétail est une garantie de fertilité du sol ; si l'on considère que, par suite de la rareté de la main-d'œuvre, la culture de la betterave tend à se limiter; que, d'autre part, on accorde de plus en plus de faveur aux variétés riches, moins productives en poids, partant en pulpes, mais plus largement pourvues de feuilles, il paraît certain que l'ensilage de ces feuilles et de ces collets est un moyen pratique, et quelquefois précieux, d'accroître pour l'hiver les ressources en nourriture du bétail de l'exploitation (1). »

H. Hitier.

(1) La conservation des feuilles en silo donne lieu à une perte de principes immédiats assez considérable. Pour parer à cette perte, on a essayé en Allemagne de dessécher les feuilles de betteraves, comme on le fait pour les pulpes. Voir, à ce sujet, le résumé des expériences faites à Halle dans le *Journal d'Agriculture pratique*, n° du 28 juillet 1904, article de M. L. Grandeau.

La dessiccation donne un excellent produit, mais même en Allemagne on la juge bien coûteuse: au prix du charbon en France cette dessiccation ne serait pas économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. Max Ringelmann
membre du Conseil.

Conclusions des expériences de Culture mécanique

organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913.

Nous avons donné précédemment (1) un résumé des essais entrepris tant à Grignon que sur les terres de l'exploitation de M. Camille Pluchet, à Trappes.

Le Jury s'est réuni le 17 janvier 1914 au Ministère de l'Agriculture sous la présidence de M. Viger, sénateur.

Après discussion, et sans préjuger des résultats culturaux qui seront constatés ultérieurement sur les parcelles d'essais par les soins de M. Brétignière, le Jury a formulé les conclusions suivantes, étant entendu qu'elles ne s'appliquent qu'aux machines présentées et aux conditions des terres de Grignon et de Trappes.

La restriction précédente est nécessaire, car nous savons que plusieurs constructeurs sont décidés à apporter à leurs machines des modifications dont ils ont constaté l'utilité au cours des essais, de sorte qu'il est possible que les présentes conclusions soient modifiées dans l'avenir.

Il est également probable que les présentes conclusions seraient modifiées en ce qui concerne les profondeurs indiquées pour les labours, s'il s'agissait de cultiver des terres plus légères que celles de Grignon et de Trappes.

Tracteurs (*M. Ed. Lefebvre ; Compagnie internationale des Machines agricoles de France*). — Les tracteurs avec palettes d'ancrage semblent convenir pour les labours d'environ 0m,15 à 0m,20 de profondeur tout en occasionnant des frais plus élevés que d'autres appareils.

Les tracteurs dont la pression des roues motrices sur le sol assure la plus grande partie de l'adhérence donnent lieu à la même observation.

Le tracteur semble plus avantageux quand il tire une charrue multiple effectuant le labour en planches; mais, dans ce cas, les fourrières sont fortement tassées par les passages répétés du tracteur lourd, ce qui peut présenter de graves inconvénients culturaux dans certaines terres. Le labour à la Fellemberg, quand l'étendue et la configuration du champ le permettent, est alors plus recommandable.

(1) Pages 359 et 371, Bulletin d'octobre 1913; p. 621, Bulletin de décembre 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi d'une charrue-balance pour effectuer les labours à plat conduit à des manœuvres fastidieuses de décrochage et d'accrochage à chaque extrémité de raie.

Tracteur-treuil (*M. A. Bajac*). — Le tracteur-treuil est manifestement l'appareil le plus avantageux pour les labours dépassant $0^m,30$ de profondeur et surtout pour les labours de défrichements avec fouillage dont la profondeur totale s'approche de $0^m,40$.

La facilité des diverses manœuvres contribue à recommander ce système qui nécessite un mécanicien et un aide.

Tracteur-toueur (*M. G. Filtz*). — Le tracteur-toueur semble avantageux pour les labours dont la profondeur est comprise entre $0^m,20$ et $0^m,30$ au point de vue de la dépense de combustible.

Cependant, les risques de glissements du câble sur lequel le toueur se hale, les déplacements des ancres à chaque rayage conduisent à des manœuvres continuelles et ennuyeuses, et le chantier nécessite la présence d'au moins trois hommes.

Le déplacement du matériel d'un champ à un autre exige du personnel et des attelages; sous ce rapport, il serait à désirer que le toueur présenté aux essais soit automobile afin de servir de tracteur pour les déplacements du matériel et pour diminuer le temps employé à l'installation du chantier de labourage.

Charrues automobiles (*M. Benedetti; Société Stock*). — Ces appareils, qui ne nécessitent qu'un mécanicien, sont les plus économiques pour les labours dont la profondeur est comprise entre $0^m,10$ et $0^m,20$ ou $0^m,23$; au delà, d'autres systèmes sont plus avantageux.

Ils ne peuvent bien fonctionner que sur des sols ressuyés.

Dès que la résistance dépasse une certaine limite, due à la profondeur de la culture ou à la nature de la terre, ces appareils patinent, abîment le sol et présentent les mêmes inconvénients que les tracteurs.

L'appareil Stock ne peut faire que des labours en planches en organisant le travail afin que les virages s'effectuent toujours à gauche, la position de la roue directrice, par rapport aux roues motrices, rendant difficiles ou plus grands les virages à droite. Enfin le dégagement de la charrue par une marche arrière fait basculer verticalement le châssis et, dans un embrayage brusque, risque de projeter le mécanicien hors de son siège.

Pour le changement de champ de l'appareil Stock on doit défaire les palettes des roues et déboulonner les corps de charrues, manœuvres assez longues qu'il faut répéter en sens inverse au début du travail dans le champ à labourer.

Le principe de l'appareil Benedetti, fonctionnant en navette et permettant d'effectuer les labours à plat, présente de l'intérêt, mais le constructeur est engagé à apporter les modifications qui ont pu lui être suggérées au cours des essais.

Appareils à pièces travaillantes rotatives (*MM. Derguesse-Tourand; Société « le Motoculteur »; MM. Vermont-Quellennec*). — Pour ce qui concerne les appareils à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièces travaillantes rotatives, le jury estime que les frais très élevés du travail, même pour les seconds labours, ne pourraient se justifier que s'il en résultait une augmentation de récolte.

Cela sera contrôlé à la suite des essais culturaux entrepris et à entreprendre à Grignon, tant pour les labours d'automne que pour ceux de printemps. La profondeur atteinte par ces machines est généralement faible (0m,05, 0m,12, exceptionnellement 0m,20).

Enfin le jury a étudié les règlements des essais projetés pour 1914.

Charrue-balance à relevage automatique,

par M. Fernand de Condé,

Ingénieur agronome.

Le déterrage des corps de charrues-balances à la fin du rayage étant souvent pénible, on a eu l'idée de faire effectuer ce déterrage en utilisant l'effort de traction lui-même. Le relevage par secteur de la charrue Bajac est une réalisation de cette idée.

La machine, se déplaçant dans le sens de la flèche *f*, est dans la position de travail indiquée par la figure 1. Sur le côté de la charrue situé vers le guéret G se trouve un

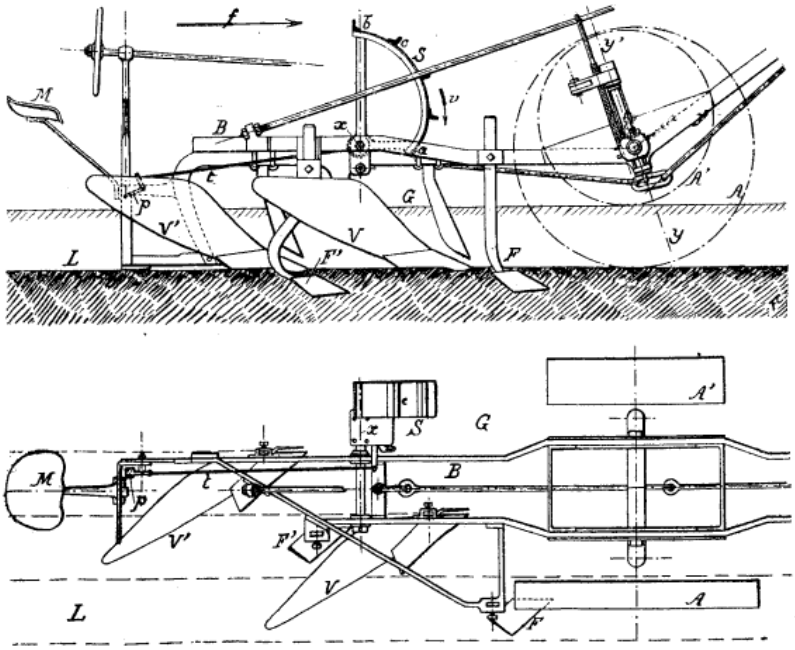


Fig. 1. — Charrue à relevage automatique par secteur de M. Bajac (élévation-coupe et plan).

secteur S susceptible de tourner autour d'un axe horizontal *x* solidaire du bâti B. Pendant le déplacement de la charrue, ce secteur S est maintenu relevé dans la posi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de la figure 1 par un verrou s'engageant dans une encoche pratiquée sur le côté du secteur et non visible sur le dessin. Lorsque la charrue arrive à l'extrémité du rayage, le laboureur, de son siège M, actionne la pédale p qui, par l'intermédiaire de la tige t, agit sur le verrou précité; celui-ci échappant, libère le secteur qui bascule alors par son poids dans le sens de la flèche v autour de l'axe x.

Le laboureur agit sur la pédale avant que la roue de raie A ne soit arrivée à l'extrémité de la raie L ouverte au rayage précédent (figure 1); en même temps il agit sur le volant de direction de la charrue de manière à amener la roue A sur le guéret G.

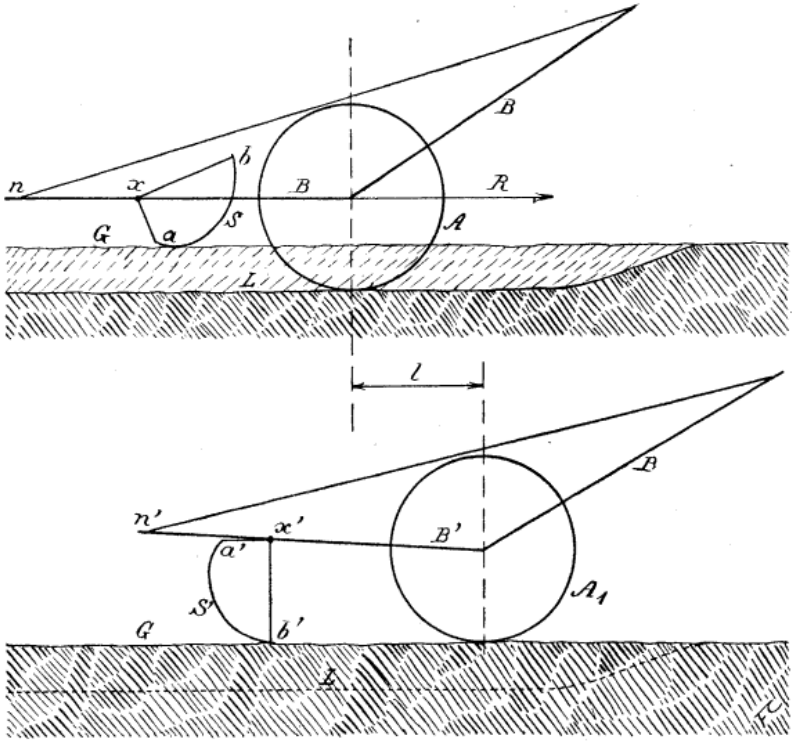


Fig. 2. — Principe de la charrue à relevage automatique par secteur de M. Bajac.

Dans son mouvement de bascule, le secteur rencontre le guéret G par son extrémité a; la courbure $a\,b$ (fig. 1 et 2) est telle que le rayon du secteur va en croissant d'une façon continue de $x\,a$ vers $x\,b$; la machine continuant d'avancer sous l'effort de traction R, le secteur roule sur le sol en soulevant l'axe x' et par suite tout le bâti B de la machine, dont l'avant se trouve soulevé par la montée de la roue A_1 sur le guéret G et les socs sont sortis de terre entièrement par l'effet de l'effort R lui-même. La distance l (fig. 2) dont on a avancé la charrue entre le moment où le secteur prend contact avec la terre et le moment où les socs sont sortis est égale au développement $a\,b$ du secteur.

On voit que le relevage de la charrue s'effectue généralement d'abord par l'avant, ce qui explique la forte courbure dans la partie a afin d'assurer immédiatement un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bon contact avec le sol et un roulement du secteur. Ce bon roulement est encore obtenu en garnissant la surface *ab* avec des cornières *c* (fig. 1) placées suivant des génératrices.

Lorsque la charrue est basculée, on remet à la main le secteur à sa position relevée; le verrou, glissant sur un plan incliné, s'enclanche seul dans son encoche et maintient le secteur en place.

Ce dispositif de relevage était exposé au Concours général agricole de Paris de 1913, et nous avons pu récemment constater à nouveau son bon fonctionnement aux essais de Culture mécanique, organisés par le Ministère de l'Agriculture, à Grignon et à Trappes (octobre-novembre 1913).

* * *

La machine représentée par la figure 1 est une charrue-balance à deux raies dont l'axe de symétrie est yy'; la roue A roule dans la raie et la roue A′ sur le guéret. La machine comporte deux griffes fouilleuses F et F′ présentant la particularité de travailler chacune immédiatement devant chaque versoir V et V′, c'est-à-dire, en d'autres termes, travaillant le fond d'une raie précédemment ouverte par un autre versoir, raie qui se trouve aussitôt fermée. En particulier, la fouilleuse F est placée directement derrière la roue A de la raie et cette raie est immédiatement refermée par le versoir V. Il en résulte que la roue A ne passe jamais sur le fouillage, en le comprimant, comme cela se produit lorsque la griffe fouilleuse est placée derrière le versoir pour travailler le fond de la raie qui vient d'être immédiatement ouverte.

Essais du motoculteur de Meyenburg à Grignon en 1912 (1).

par MM. L. Brétignière, professeur d'agriculture, J. Cartier, chef des cultures et Lévèque, répétiteur d'agriculture.

A l'automne 1912, M. Trouard-Riolle, directeur de Grignon, ayant reçu la proposition d'effectuer sur les terres de l'École des essais avec l'appareil le *Motoculteur*, brevet de Meyenburg, on décida aussitôt d'entreprendre des expériences dans les champs de la ferme et dans les champs du cours d'Agriculture.

Avant d'indiquer les résultats obtenus, rappelons les caractéristiques principales de l'appareil, en nous basant sur la description donnée par M. F. de Condé (2) et en tenant compte de modifications récentes : la machine se compose d'une sorte d'automobile munie d'un moteur de 15 à 20 chevaux ; à l'arrière, sur un arbre parallèle à l'essieu, sont montées 4 séries de 24 griffes recourbées dont l'ensemble constitue une sorte de piocheur rotatif ; cette fraise, tournant à raison de 180 tours environ à la minute, attaque le sol en effectuant un mélange sur toute la partie travaillée. Les griffes sont montées à ressort sur l'arbre central par une disposition ingénieuse, ce qui

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, nos 44 du 30 octobre et 45 du 6 novembre 1913.
(2) Page 699, Bulletin de mai 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne une grande souplesse à la partie active de la machine. Celle-ci travaille 2 mètres de largeur et pèse 2 250 kilogrammes en ordre de marche.

Il s'agit donc ici d'une machine rotative rangée dans le groupe des piocheuses, et qui fait un ouvrage très différent de celui de la charrue. Motoculteur et charrue ont été mis en comparaison.

I. — ESSAIS SUR BLÉS

Les essais ont été effectués dans la 5e division ; cette terre de nature argilo-calcaire, avec sous-sol de calcaire grossier, présente une partie en pente (5 centimètres par mètre environ) qui portait à l'automne 1912 des cultures de pommes de terre et de carottes fourragères succédant elles-mêmes à de la navette d'hiver fourrage, récoltée en avril 1912 (42 000 kilogrammes de fourrage vert à l'hectare). Les plantes sarclées avaient reçu une abondante fumure de fumier de ferme, 75 000 kilogrammes à l'hectare, enfoui par un labour profond (28 centimètres), et 300 kilogrammes de superphosphate.

Après la récolte des tubercules et racines, la préparation du terrain avait lieu les 16 et 17 novembre 1912 ; à cette date, la moitié de la terre occupée par les pommes de terre était labourée à la charrue, labour de 13 à 15 centimètres, l'autre moitié était ameublie au motoculteur, à la profondeur moyenne de 11 à 18 centimètres ; on procéda de la même manière sur la terre sortant de carottes. Sur le sol plutôt frais, la charrue donna des mottes que deux hersages réduisirent facilement ; le motoculteur ameublit fortement la terre et, malgré une pente assez accentuée, la marche fut régulière. Sur le terrain ainsi préparé, on répandit 200 kilogrammes de superphosphate à l'hectare.

Le semis eut lieu avec le semoir Smyth, les lignes étant alternativement distantes de 9 et 26 centimètres, variété *Bon Fermier*. Après pommes de terre, on employa 220 kilogrammes de semence à l'hectare, après carottes 120 kilogrammes seulement, afin de noter l'influence de la densité des semis sur terre plus ou moins pulvérisée à l'automne. Par suite de l'état d'ameublissement du sol, les bœufs enfonçaient dans les parcelles préparées au motoculteur. Un hersage termina les opérations, il fut donné sur toute la surface du terrain.

Par suite de l'époque tardive du semis, la levée ne se manifesta que vers le 9 décembre, et fut sensiblement plus lente dans les parcelles labourées à la charrue. A ce moment commença une période à température assez douce qui favorisa la végétation des plantes adventices ; très rares après le passage de la charrue, celles-ci furent, au contraire, abondantes dans les parcelles voisines : le gratteron, le paturin annuel, le mouron des oiseaux, le seneçon commun, qui n'avaient pas été enfouis, mais, au contraire, rejetés à la surface du sol par suite de leur faible densité, s'enracinèrent à nouveau, et nous voyions le 15 janvier une terre fortement envahie de mauvaises herbes. Les gelées de la fin de janvier détruisirent heureusement une bonne partie de cette végétation spontanée. Le 11 mars, un hersage était donné sur toute la pièce, et le 13 mars un roulage nivelait le terrain et rechaussait les plantes.

Pendant le printemps, l'état des cultures fut satisfaisant, et il était difficile de noter des différences appréciables entre les parcelles, cependant la vigueur fut toujours un peu moins bonne après le motoculteur.

Le piétin fit des ravages assez sensibles dans une partie des pièces, et, à la moisson,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effectuée le 7 août, quelques places étaient versées. Dans chacune des parcelles d'expériences, on délimita une surface de 5 ares en vue de déterminer les rendements.

L'examen des récoltes fournit peu de renseignements importants ; sur carottes, la récolte était plus belle, et cependant on avait mis ici une quantité de semence sensiblement plus faible que dans les parcelles sur pommes de terre, et l'on peut attribuer ce résultat, non seulement au semis plus clair, mais aussi à l'état du sol après la culture des plantes précédentes ; après pommes de terre *Rosa* (9 500 kilogrammes de rendement à l'hectare), la terre était plus creuse ; après carottes (30 000 kilogrammes à l'hectare), elle était plus rassise.

Voici du reste le détail des résultats obtenus au battage (chiffres rapportés à l'hectare) :

Essais effectués.	Poids total.	Paille.	Grain.	Balles.	Pour 100 du total. Paille.	Grain.	Balles.
	kg.	kg.	kg.	kg.			
1° *Après pommes de terre* (220 kg. semence par hectare) :							
Charrue	9 500	5 900	2 660	940	62,1	28,0	9,9
Motoculteur . . .	9 060	5 480	2 790	790	60,5	30,7	8,8
2° *Après carottes* (120 kg. semence par hectare) :							
Charrue	10 250	6 250	3 225	775	61,0	31,5	7,5
Motoculteur . . .	10 250	6 650	2 800	800	64,9	27,3	7,8

En ce qui concerne la production comparée de la paille et du grain, on voit, après pommes de terre, une proportion plus abondante de paille sur terre labourée à la charrue. Au contraire, après carottes, il y a un excédent relatif de paille avec le motoculteur.

Il n'est donc pas possible de tirer de conclusion spéciale de cette série ; si l'on prend la moyenne, sans tenir compte des cultures précédentes, on a :

	Paille.	Grain.
Charrue	6 075	2 942
Motoculteur	6 065	2 795

La différence de 147 kilogrammes de grain en faveur de la charrue, constatée dans ces seuls essais, n'est pas suffisante pour constituer un avantage définitif en sa faveur, et l'on pourrait provisoirement déduire de cette première année d'expériences que la charrue et le motoculteur ont été à Grignon en 1912 à peu près équivalents pour la préparation des terres à blé, en mentionnant attentivement que les façons d'entretien ont été les mêmes dans les deux cas.

II. — ESSAIS SUR AVOINES

Les essais ont été effectués dans la pièce de la 4e division et dans le champ d'expériences du cours d'Agriculture ; 1 hectare a été traité dans le premier cas, 10 ares dans le second, chacune des pièces étant divisée en deux parties : moitié labourée à la charrue, moitié travaillée avec le motoculteur.

1re *partie*, 4e *division* : culture précédente, blé. Le 17 novembre, on a travaillé simultanément 50 ares à la charrue à $0^m,20$-$0^m,21$ de profondeur et 50 ares au motoculteur à $0^m,16$-$0^m,18$ environ. Le travail a été parfaitement exécuté dans les deux cas ; la partie soumise aux expériences est en sol plat, argilo-calcaire superficiel et très pierreux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au printemps, le 11 mars, on a achevé la préparation du sol et effectué les semis. Dans la parcelle labourée à la charrue, on a donné « trois dents de herse », semé avec un semoir combiné de la Société Franco-Hongroise, distribuant en même temps et dans les mêmes lignes le superphosphate à la dose de 200 kilogrammes à l'hectare et la semence à raison de 130 kilogrammes (avoine *Grise de Houdan*). Après le semis, roulage le 15 mars.

Dans la parcelle travaillée au motoculteur, la terre a été reprise également le 11 mars à la profondeur d'environ 6 à 7 centimètres ; l'ameublissement était parfait, et, pour éviter le piétinement du terrain, on avait attaché le semoir derrière l'appareil (fig. 3). Sur la demande des constructeurs, le rouleau ne passa pas sur le sol après le semis.

Pendant toute la période végétative, la parcelle travaillée au motoculteur souffrit

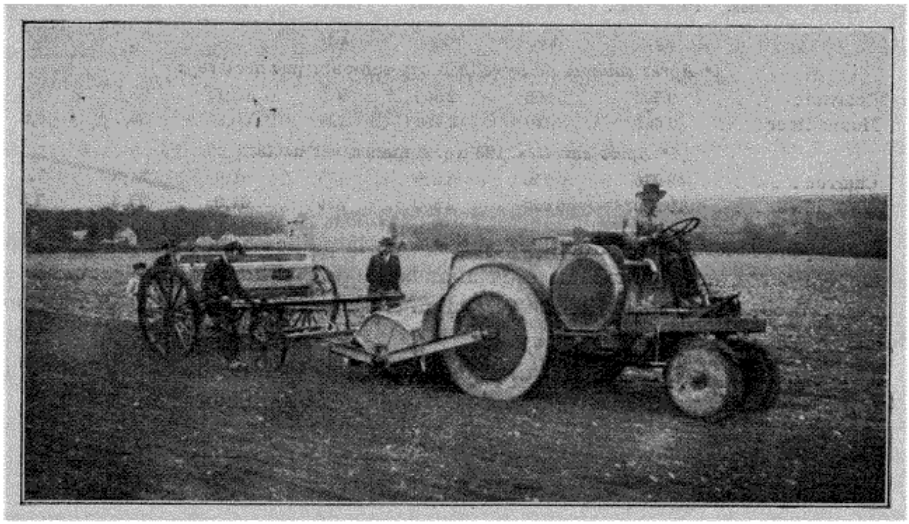


Fig. 3. — Semis au semoir en lignes attelé au « Motoculteur ».

nettement : levée plus lente, vigueur moins grande ; de plus, on avait semé, sur toute la surface du champ, de la minette ; celle-ci fut très mauvaise sur la parcelle travaillée au motoculteur.

L'avoine était moissonnée le 7 août ; des parcelles de 2 ares 5 furent taillées dans chaque bande et, quelques jours après, le battage avait lieu ; voici les résultats obtenus :

Essais effectués.	Poids total.	Paille.	Grain.	Balles.	Pour 100 du total. Paille.	Grain.	Balles.
	kg.	kg.	kg.	kg.			
Charrue	7 400	4 440	2 160	800	60,0	29,2	10,8
Motoculteur . . .	5 000	2 760	1 340	900	55,2	26,8	18,0

2e *partie, champ d'expériences :* Dans une parcelle occupée en 1912 par du blé, on travailla le terrain dans les mêmes conditions que ci-dessus, le 23 novembre, charrue de 0m,16 à 0m,17, motoculteur de 0m,15 à 0m,20 de profondeur. Au printemps, opéra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions semblables, même mode de semis, sauf cependant une quantité de semence légèrement plus faible dans la partie ensemencée derrière le motoculteur, à cause de la vitesse de marche plus lente.

Semis d'avoine *Grise de Houdan* le 15 mars 1913, roulage immédiat sur la parcelle labourée.

Après la levée, la végétation fut toujours meilleure sur labour à la charrue, le semis plus clair contribuait d'ailleurs à rendre cette partie du champ moins belle. Un dénombrement de plantes eut lieu en avril; on trouvait en moyenne, au mètre courant sur une ligne de céréale, 66 pieds après le motoculteur et 70 après la charrue.

Moisson le 8 août. Les constatations suivantes furent faites après le battage :

Essais effectués.	Poids total.	Paille.	Grain.	Balles.	Pour 100 du total. Paille.	Grain.	Balles.
	kg.	kg.	kg.	kg.			
Charrue	6564	4137	2188	239	63,0	33,3	3,7
Motoculteur . . .	4581	2837	1538	206	61,9	33,6	4,5

En résumé, pour l'avoine, les conclusions sont très nettes.

Nous avons satisfait aux desiderata des constructeurs qui demandèrent qu'aucun roulage ne fût exécuté après le semis, et il est très vraisemblable que c'est à l'absence de tassement du sol qu'il faut attribuer les déficits considérables constatés dans l'un et l'autre champ : 32,4 p. 100 sur le poids total pour la quatrième division et 30,2 p. 100 pour le champ d'expériences. Il est même intéressant de noter que le déficit est à peu près identique pour les deux pièces, qui avaient été travaillées exactement de la même manière.

III. — CONSTATATIONS DIVERSES

État superficiel du sol. — Un des reproches que l'on fait aux appareils rotatifs, c'est le nivellement du sol poussé trop loin par eux et pouvant, à la suite des pluies, faciliter le battement de la surface. Nous avons observé attentivement les terres de Grignon à cet égard dans les trois pièces travaillées : la terre n'était pas battue au printemps. La crainte précédente serait beaucoup plus fondée dans les terres silico-argileuses. Lors des premières façons en mars, on n'a pas remarqué que la terre se ressuyait plus vite après le labour à la charrue.

Humidité. — Nos constatations ont été incomplètes à ce point de vue. Voici néanmoins quelques renseignements recueillis dans le champ d'expériences du cours d'Agriculture (terre cultivée en avoine) (1) :

Dans les 20 premiers centimètres	En novembre. Avant les travaux. (a)	Après le passage du motoculteur. (b)	Au début de mars. Terre travaillée à la charrue. (c)	Terre travaillée au motoculteur. (d)
Humidité (p. 100)	20,41	20,41	19,4	20,4
Volume des vides (p. 100	46,25	63,58	56,09	57,17
Espaces occupés par l'eau (p. 100) .	35,9	24,4	27,49	28,54
— l'air (p. 100) .	10,35	39,18	28,60	28,63

(1) La détermination des volumes a été effectuée par la méthode des cadres de Dehe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En comparant *a* et *b*, on se rend compte du foisonnement énorme de la terre ; avant le travail, la terre en place pèse 1k,759 au décimètre cube ; après le passage de l'instrument, 1k,191, il y a augmentation de volume de 47,7 p. 100. Cette terre, fortement soulevée, s'affaisse, et en mars, avant de reprendre le sol pour les ensemencements, le volume des vides n'est plus que de 57,17 p. 100, à peu près analogue à celui qui est constaté dans la parcelle précédemment labourée à la charrue (56,09). Cependant, il faut noter que dans la terre travaillée au motoculteur il y a 1 p. 100 d'humidité en plus. L'eau se répartit d'une manière un peu différente dans les deux cas :

Profondeur.	Charrue.	Motoculteur.
De 0 à 20 cm.	19,4	20,4
De 20 à 40 cm.	18,6	18,4

Dans la terre mise en grosses mottes par la charrue, l'eau s'écoule au long des mottes, une partie s'évapore et l'emmagasinement tend à se faire dans la couche sous-jacente ; dans la terre travaillée au motoculteur, l'eau reste dans la partie superficielle, grâce aux vides énormes qui y ont été provoqués. Ce que les agriculteurs craignent justement par cette méthode de pulvérisation, c'est une accumulation excessive d'eau dans la partie superficielle et des difficultés pour le travail du printemps ; à Grignon, ces craintes eussent été vaines.

Nos déterminations se sont arrêtées là, mais il est vraisemblable que la circulation de l'eau s'est ensuite mal faite dans la terre granulée et non roulée.

Enfouissement du fumier. — Il était utile de se rendre compte de la manière dont l'instrument fonctionnait sur un sol couvert de fumier ; le 22 novembre, sur une parcelle du champ d'expériences, du fumier était épandu, correspondant à une fumure considérable de 59 450 kilogr. à l'hectare en fumier bien décomposé, pesant environ 800 kilogr. au mètre cube. Une moitié du terrain était labourée à la charrue, profondeur 0m,19 à 0m,20, l'autre moitié travaillée au motoculteur (0m,18 à 0m,19). Dans le premier cas, on enfouissait entre les bandes de terre suivant la méthode ordinaire ; dans le second, il en était tout autrement : les brins de fumier saisis par les griffes se trouvaient divisés en petits fragments et mélangés à la terre, ce mélange ne se produisant cependant que dans la couche superficielle du terrain ; au delà de 0m,07 à 0m,08, quoique les dents pénétrassent bien plus avant, on ne trouvait que de très rares débris pailleux, la surface du sol elle-même laissant voir de petits brins de paille. Aucun bourrage des griffes ni de l'arbre n'a été constaté.

L'hiver passa sur ces terres, les unes en mottes, les autres finement granulées ; on s'était proposé d'ensemencer des betteraves, des circonstances diverses empêchèrent l'opération ; mais, le 6 mars, on préleva des échantillons de terre pour se rendre compte de la répartition de l'humidité et du volume des vides.

Voici les résultats des constatations :

Profondeur.	Terre travaillée à la charrue.	Terre travaillée au motoculteur.
0 à 0m,20. Humidité p. 100	20,2	21,8
0m,20 à 0m,40. Humidité p. 100	19,2	18,0
Moyennes.	19,7	19,9
0 à 0m,20. Volume des vides	55,23	57,62
Espaces occupés par l'eau p. 100	28,26	30,72
— par l'air p. 100.	26,97	26,90

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme dans la terre à avoine, il y a donc accumulation importante d'eau dans les vingt premiers centimètres après le passage du motoculteur, tandis qu'avec la charrue l'eau descend plus bas (de 0m,40 à 0m,60, on a trouvé 18 p. 100 d'eau dans les deux cas). Lors de la prise d'échantillon, alors que, dans la partie labourée à côté, la terre était uniformément humide, il y avait sur la parcelle du motoculteur 0m,08 à 0,09 de terre relativement sèche, celle dans laquelle étaient mélangés les débris de fumier, et immédiatement au-dessous un milieu très humide, de sorte que la moyenne de 21,8 d'eau résulte peut-être de 15-16 p. 100 et de 25-26 p. 100.

En ce qui concerne les espaces vides, on les trouve plus considérables après le motoculteur, 57,62 p. 100 au lieu de 55,23; la quantité d'air est à peu près la même, comme d'ailleurs on l'avait observé dans la terre à avoine. Quant à l'eau, qui s'est accumulée en plus grande quantité, elle occupe 30,72 p. 100 du volume de la terre au lieu de 28,26.

En définitive, si cet enfouissement de fumier par les deux méthodes n'a pas donné lieu à des constatations dans le développement des récoltes, on se trouve en présence de milieux sensiblement différents qui eussent certainement réagi sur les conditions de décomposition de l'engrais.

Nous estimons donc qu'en dehors des considérations purement mécaniques, avant de porter un jugement définitif sur la possibilité d'emploi d'un appareil qui excite à juste titre la curiosité des agriculteurs et qui les met en face d'un problème nouveau à résoudre, relativement au travail du sol, il est utile de multiplier les observations. C'est ce que nous nous proposons de faire au cours des essais contrôlés de culture mécanique qui se déroulent en ce moment à Grignon.

Résultats d'essais d'un appareil de culture à vapeur surchauffée de la maison J. Kemna, de Breslau,

par M. Josef Rezek,

professeur à l'École supérieure d'Agriculture de Vienne.

Les tableaux suivants résument les constatations faites à l'automne 1909 sur un chantier de culture mécanique à deux fortes locomotives-treuils, à vapeur surchauffée, de la maison J. Kemna, de Breslau :

Surface de la grille (mètre carré)		0,748
Surface de chauffe (mètres carrés)		19,388
Surface de surchauffe (mètres carrés)		5,38
Machine à deux cylindres.	Alésage (millim.)	300
	Course (millim.)	360

Dates des essais	18 nov.	20 nov.	24 nov.	6 déc.
Nombre de versoirs	5	9	9	9
Nombre d'essais à l'indicateur	11	7	11	7
Nombre d'essais au dynamomètre de traction	5	6	3	2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A, durée de l'essai (heures et dixièmes)	4,9	3,2	6,4	3,9
B, nombre de rayages effectués	58	46	88	64
C, temps moyen pour faire un rayage (secondes)	223,4	167,4	206,7	190,0
D, longueur moyenne d'un rayage (mètres)	435,3	368,3	437,0	427,5
E, profondeur moyenne du labour (centimètres)	38,7	25,86	30,27	26,0
F, largeur totale travaillée (mètres)	136,5	137,4	222,3	159,0
G, pression moyenne dans la chaudière (atmosphères)	10,8	10,7	9,7	10,4
H, température moyenne de la surchauffe (degrés centigrades)	307,0	283,0	290,0	293,0
J, nombre moyen de tours du moteur pour un rayage	1 023,0	865,0	1 026,0	1 003,5
K, nombre moyen de tours du moteur par minute	274,5	310,0	297,8	317,0
L, consommation de charbon (kilog.)	1 075,0	759,0	1 730,4	1 208,6
M, puissance calorifique du charbon (calories au kilogramme)	7 287,0	6 863,0	7 234,0	7 128,0
N, consommation d'eau (kilog.)	6 287,0	3 970,9	9 174,0	6 060,0
O, largeur moyenne labourée par rayage $\left(\frac{F}{B}\right)$, (mètres)	2,35	2,99	2,50	2,48
P, section moyenne du labour par rayage (E.O), (décimètres carrés)	91,1	77,24	75,77	64,58
Q, vitesse moyenne de la charrue pendant le labour $\left(\frac{D}{G}\right)$, (mètres par seconde)	1,949	2,200	2,114	2,250
R, traction totale du câble d'appel (kilog.)	5 667,0	4 765,0	4 889,0	4 497,0
S, traction de la charrue sur le câble de retour (kilog.)	596,0	510,0	509,0	492,0
T, puissance nécessaire à la charrue $\left(\frac{Q.R}{75}\right)$, (chevaux-vapeur)	147,53	139,78	137,79	134,9
U, puissance de la machine à vapeur relevée à l'indicateur (chevaux-vapeur)	188,07	189,53	178,64	180,1
V, rendement mécanique de la locomotive $\left(100\ \frac{T}{U}\right)$, p. 100	78,5	73,75	77,13	74,09
W, temps utile employé pour le labour (B. C), (heures et dixièmes)	3,60	2,14	5,53	3,40
X, eau vaporisée par kilog. de charbon $\left(\frac{N}{L}\right)$, (kilog.)	5,85	5,16	5,26	5,014
X', rendement de la chaudière $\left(\frac{a.N}{L.M}\right)$, p. 100 [$a$ nombre de calories par kilog. de vapeur]	59,0	54,0	53,0	51,14
Y, charbon dépensé par cheval-heure indiqué $\left(\frac{L}{U.W}\right)$, (kilog.)	1,57	1,85	1,90	1,97
Y' charbon dépensé par cheval-heure fourni à la charrue $\left(\frac{L}{T.W}\right)$, (kilog.)	2,00	2,51	2,46	2,65
Z, eau employée par cheval-heure indiqué $\left(\frac{N}{U.W}\right)$, (kilog.)	9,20	9,57	9,99	9,86
Z' eau employée par cheval-heure fourni à la charrue $\left(\frac{N}{T.W}\right)$, (kilog)	11,71	12,97	12,95	13,31

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I. Surface labourée par heure $\left(\frac{1}{10^4}\frac{D.F}{A}\right)$, (hectares, ares).	1,21	1,58	1,52	1,74
II. Profondeur du labour (E), (centimètres).	38,7	25,86	30,27	26,00
III. Traction moyenne de la charrue par décimètre carré de section du labour $\left(\frac{R-S}{P}\right)$, (kilog.). .	53,77	55,09	51,87	62,02
IV. Charbon employé par hectare $\left(10^4\frac{L}{D.F}\right)$, (kilog. .	180,88	150,00	178,10	177,81
V. Eau employée par hectare $\left(10^4\frac{N}{D.F}\right)$, (kilog) . .	1 057,90	784,80	944,30	891,53
VI. Travail mécanique dépensé par heure à la charrue (I. II. III), (dix mille kilogrammètres).	2 611,54	2 250,91	2 656,37	2 810,62
VII. Utilisation du combustible $\left(\frac{10^4.\ II.\ III}{IV.\ M}\right)$ (nombre de kilogrammètres utilisés par calorie).	16,37	13,83	13,59	12,72

Nota. — Dans un essai fait en 1903, on avait les résultats suivants :

VI. Dix mille kilogrammètres dépensés par heure à la charrue. . . . . 804,43 en moyenne.

VII. Nombre de kilogrammètres utilisés par calorie. . . 8,37 à 8,72

Observation. — Le rendement mécanique de la locomotive (V) nous semble bien élevé, calculé comme il l'est dans le tableau précédent entre la puissance indiquée et celle reçue au crochet d'attelage de la charrue.

La consommation de charbon (Y) par cheval-heure indiqué est également élevée pour une machine (d'environ 180 chevaux indiqués) à vapeur surchauffée à la température voisine de 300 degrés, centigrades.

Concours de Galanta (1).

Le concours de Galanta (Hongrie) a été organisé en fin juillet 1913 par la Société d'Agriculture de la région, patronnée par le Ministère de l'Agriculture.

Les résultats des essais des machines dont l'examen était terminé au 10 août ont été publiés par le Comité du concours; on les trouvera condensés dans le tableau de la page suivante, dont les chiffres sont relatifs à un labour, de $0^m,21$ de profondeur, d'une surface de 5 hectares.

A part quelques exceptions, les conditions météorologiques furent favorables à la bonne exécution de l'ouvrage.

Au 10 août, il restait encore à essayer huit machines : le tracteur Case (de 100 chevaux), le tracteur de la Compagnie internationale des machines agricoles (de 25 chevaux), le Twin City (de 40 chevaux), le Big four, le Hart Paar (de 60 chevaux), le Gripp (de 60 chevaux), la Köszegi (de 60 chevaux) et l'appareil à deux machines Schlick Nicholson.

*
* *

Les vingt appareils expérimentés n'ont certainement pas tous labouré à la même profondeur indiquée de $0^m,21$; comme le tableau ne spécifie pas la profondeur du

(1) D'après le Bulletin de décembre 1913, p. 2013, de l'*Institut international d'Agriculture*, donnant l'analyse des articles de MM. E. Lindner, dans *Deutsche Landwirtschaftliche Presse*, 20 sept. 1913 p. 906; V. Thallmayer, dans *Wiener Landwirtschaftliche Zeitung*, 18 oct. 1913, p. 951; Martiny, dans *Maschinen Zeitung*, Berlin, 1er oct. 1913, p. 225-232.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES.	PUISSANCE EN CHEVAUX-VAPEUR.	COMBUSTIBLE EMPLOYÉ.		POUR LE LABOUR DE 5 HECTARES.						NOMBRE D'OUVRIERS NÉCESSAIRES.	NATURE du TERRAIN.	DÉPENSES TOTALES (EN COURONNES).	
		Nature.	Densité.	Temps employé (heures, minutes).	DÉPENSES.							Pour 5 hectares.	Par hectare.
					kg. Combustible.	kg. Huile.	kg. Graisse.	kg. Eau.	Frais pour amener l'eau et le combustible, y compris le salaire du charretier (couronnes).				
Tracteurs à vapeur :													
Case	80	Charbon.	»	6	1 014,50	6,5	3,90	6 882,0	12,00	2	Compact.	58,12	11,62
Mac Laren	50	—	»	8	604,50	8,5	»	3 794,0	12,00	1	Compact.	44,54	8,91
Mac Laren	100	—	»	6 3	624,50	5,9	»	5 833,0	12,00	2	Compact.	41,38	8,28
Kenna	90	—	»	8 7	836,50	2,8	5,80	4 800,0	12,00	2	Compact.	53,17	10,63
Tracteurs avec moteurs à explosions :													
Case	40	Essence.	720	10 14	115,00	9,0	0,20	31,0	»	2	Léger.	70,20	14,04
Caterpillar	60	—	760	5 54	91,50	14,6	1,10	72,0	»	2	Léger.	42,82	8,56
Harvester (CIMA)	60	—	720	9 31	181,60	8,8	0,40	316,5	»	2	Léger.	104,55	20,91
Titan (CIMA)	90	—	760	8 17	216,80	22,0	0,10	10,5	»	2	Léger.	82,76	16,55
Twin City	45	—	720	8 21	143,50	21,2	0,20	15,0	»	2	Léger.	90,69	18,14
Fairbanks	25	—	720	11 9	168,80	2,3	1,00	557,3	3,00	2	Léger.	95,73	19,15
Big four	85	—	720	6 54	185,00	16,4	0,65	31,5	»	2	Léger.	106,41	21,28
Avery	31	—	720	14 15	138,45	15,5	0,30	192,0	»	4	Léger.	84,37	16,87
First Stollberg	50	—	720	11 22	178,00	1,3	0,10	»	»	2	Compact.	93,83	19,17
Charrues automobiles :													
Wiss	80	—	720	9 35	98,40	18,3	»	91,0	»	1	Léger.	64,42	12,88
F. Kommich	90	—	720	6 41	108,50	9,0	1,30	22,5	»	2	Compact.	64,99	13,00
Stock	30	—	720	9 47	103,50	21,6	0,50	2,8	»	1	Compact.	69,65	13,93
Stock (avec marche arrière)	50	—	720	8 48	106,00	13,0	0,30	9,0	»	1	Compact.	64,34	12,87
Akra	80	—	760	6 46	117,20	2,5	0,20	15,5	»	1	Compact.	38,06	7,61
Akra	80	Benzol.	880	6 46	117,20	2,5	0,20	15,5	»	1	Compact.	49,78	9,96
Laboureuse à pièces rotatives :													
Lanz	60	Essence.	720	10 53	160,50	3,0	1,00	19,5	»	1	Léger.	85,38	17,08

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

labour de chaque machine, cela donnerait à supposer qu'on a fait une correction, et alors il y a lieu de se demander comment cette correction aurait été faite. Nous croyons qu'on s'est borné à indiquer un labour à $0^m,21$, en laissant à chaque concurrent le soin de s'en approcher le plus possible, et ces derniers ont dû, dans leur intérêt, se tenir plutôt en dessous qu'en dessus de ce chiffre.

Dans le tableau, les quantités de combustible, d'huile, etc., sont indiquées en kilogrammes, et les frais du travail, en Hongrie, sont comptés en couronnes valant 1 fr. 50 de notre monnaie (rappelons qu'une couronne se divise en 100 heller).

Les chiffres du tableau de la page précédente sont ceux donnés par l'Institut international d'Agriculture, nous n'avons modifié que l'ordre des machines afin de les grouper plus logiquement en catégories. Pour certains appareils il doit y avoir une erreur d'impression, de constatation ou de calcul ; ainsi les deux charrues automobiles Akra ont les mêmes temps et consommations en fonctionnant à l'essence et au benzol, dans le même sol compact.

Il y a de grandes variations dans les consommations d'huile, de graisse et d'eau ; il semble que certains concurrents ont cherché à réduire les lubrifiants quitte à détériorer la machine, alors que d'autres n'ont pas graissé avec parcimonie.

Les machines Case, Mac Laren, Harvester et Titan (C. I. M. A.), Avery, et la charrue automobile Stock ont déjà été étudiées dans cette Revue de culture mécanique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU 4 DÉCEMBRE 1913

Présidence de M. L. Lindet, *président*.

MM. Hitier et Toulon, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. Toulon analyse les ouvrages suivants :

Le moteur humain et les bases scientifiques du travail professionnel, par M. Jules Amar, directeur du Laboratoire des Recherches sur le Travail professionnel au Conservatoire national des Arts et Métiers (renvoyé au Comité des Arts chimiques);

Le repos hebdomadaire. Étude théorique et critique de la loi du 13 juillet 1906 avec la jurisprudence la plus récente, par M. Gaston Bonnefoy, greffier en chef du Tribunal de simple police de Paris;

L'accéléromètre de *MM. Boyer-Guillon et Auclair*, par MM. J. Auclair et A. Boyer-Guillon;

Rapports des Ingénieurs des mines aux Conseils généraux sur la situation des mines et des usines en 1912. Comité central des Houillères de France et Chambre syndicale française des Mines métalliques;

Anuario tecnico é industrial de España (1913), publicado bajo la Direccion de los ingenieros de minas, D. Augusto de Galvez-Cañero y D. José de Gorostizaga, editores de la revista *Ingenieria*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Hitier analyse les ouvrages suivants :

Matières textiles (année 1911-1912). *Le lin*. Résumé du cours fait à l'Union française de la Jeunesse, section de Lille, par M. Albert Durand. 3 cahiers dactylographiés;

Expériences sur l'oxydation de la houille, par M. P. Mahler.

Trois membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. Chénereau (Paul), Ingénieur civil, 2, rue Victor-Hugo, à Rochefort-sur-Mer (Charente-Inférieure), présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot;

M. Bloch-Pimentel (Émile), à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot;

MM. Vedovelli-Priestley et Cie, constructions électriques, à Paris, présentés par MM. le capitaine Nicolardot et D. Berthelot.

Sont admis comme membres de la Société :

La Compagnie générale électrique; la Société minière et métallurgique de Peñarroya; M. Ancel (Louis); M. Bourdelles (Émile-Louis); M. de Nolly (Hector),

qui ont été présentés dans la dernière séance.

Lecture est donnée d'un rapport du lieutenant-colonel Renard, présenté au nom du Comité des Arts économiques, sur l'*Atlas météorologique pour 1911*, de M. G. Eiffel.

L'Assemblée ratifie la nomination de M. Lœbnitz, élu membre du Comité des Arts chimiques.

Elle ratifie de même celle de M. Richemond, nommé membre du Comité de Commerce.

L'Assemblée générale, conformément à la désignation qui lui avait été faite par le Comité d'Agriculture, nomme M. L. Lindet, membre de ce Comité, délégué de la Société d'Encouragement au Conseil supérieur de l'Agriculture.

M. le Président déclare que le *quorum* n'ayant pas été atteint par la présente assemblée générale pour les élections du Bureau pour 1914 et pour la ratification de la nomination des membres du Conseil élus en 1913, une nouvelle assemblée générale aura lieu à la prochaine séance et que, conformément aux statuts, les décisions prises par cette assemblée seront valables quel que soit le nombre des votants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bertin déclare que, par suite de la démission de M. Bourdon, un siège est vacant au Comité des Arts mécaniques et que ce Comité a proposé de nommer M. Bourdon à l'honorariat, ce qui a été approuvé par le Conseil et ce que ratifie l'assemblée présente.

M. P. Nicolardot fait une communication sur *Les progrès de l'industrie dans les reproductions métalliques et la métallisation des surfaces.*

M. Nicolardot énumère les divers procédés utilisés par l'industrie pour réaliser des dépôts protecteurs très adhérents et des moulages exacts et facilement détachables. Laissant de côté les procédés métallurgiques qui ont permis récemment à M. Martin d'obtenir le bi-métal et qui servent à préparer depuis longtemps les métaux plaqués, l'argenture du trait, etc., le conférencier, après avoir dit un mot sur la métallisation par voie chimique proprement dite (argenture), s'occupe de la métallisation par les métaux à l'état liquide, par électrolyse et par pulvérisation des métaux fondus à l'aide du procédé Schoop.

Les seuls métaux qui puissent être fondus pour revêtir les objets en fer ou en cuivre sont l'étain, le plomb, le zinc et un alliage de ces divers métaux. L'industrie met en œuvre des masses énormes (plus de dix mètres cubes de métal fondu), et, malgré les précautions prises, l'opération n'est pas toujours sans danger. Le dépôt obtenu est beaucoup plus épais que par tout autre procédé; il ne doit pas être trop épais. Il s'écaille d'autant moins et il adhère d'autant plus que la couche déposée est plus faible. Le plomb fournit les moins bons revêtements. Il n'est pas possible de dépasser la température de 500° et encore les pièces sont-elles recuites et déformées au sortir des bains de zinc. L'emploi du mercure pour dissoudre les métaux est à peu près abandonné.

Par électrolyse sont déposés en bains alcalins, neutres ou acides, presque tous les métaux usuels, sauf le plomb et surtout l'aluminium. Le dépôt obtenu est moins épais que ceux fournis par les procédés par fusion, mais souvent plus adhérent; il n'est guère plus poreux. M. Nicolardot décrit les nouvelles applications de l'électrolyse, notamment celles faites au cuirassement de l'argenture des glaces et à la sténogravure.

Pour améliorer les dépôts, pour les rendre plus réguliers et plus tenaces, on a ajouté des sels complexes, de la gélatine, aux électrolytes; on s'est servi des ferments; l'agitation des bains et la rotation des cathodes ont amélioré les dépôts, mais, malgré tout, s'ils sont devenus plus cohérents, ils sont restés encore irréguliers. M. Nicolardot montre à quoi est dû ce phénomène. Il se produit un véritable bombardement moléculaire et le premier dépôt qui se produit, toujours du côté de l'anode, se présente sous l'aspect d'anneaux circulaires ou elliptiques suivant la forme de l'anode. L'épaisseur des couches va alternativement en augmentant et en diminuant; mais les maxima s'abaissent peu à peu, comme le feraient des poussières projetées par un courant d'air contre une plaque résistante.

C'est aussi par un bombardement énergique que M. Schoop a réalisé la métallisation des surfaces, au moyen des poussières métalliques, réchauffées ou par fusion d'un fil. Ce procédé, extrêmement simple à appliquer, semble devoir concurrencer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avantageusement les anciens procédés. Il permet de déposer très rapidement et avec une faible dépense sur tous les objets, même les fruits, la cire, les poudres, une couche continue de métal, qui peut être plus ou moins poreuse ou au contraire acquérir une compacité très grande. L'aluminium, surtout, prend un éclat remarquable sous l'action du polissage et du brunissage. Il semble que cet aluminium fortement écroui, ainsi que le sont les dépôts obtenus par électrolyse et par le procédé Schoop, se présente sous un nouvel état allotropique. Les mesures de dureté sur des couches aussi minces ont été exécutées par l'auteur avec un appareil spécialement construit pour l'étude de l'écrouissage avec l'aide de la molette et des billes, sous des pressions très faibles. Après avoir écarté les causes d'écrouissage superficiel, les mesures obtenues, sous de faibles pressions, renseignent mieux sur la constitution d'un métal ou d'un solide en général, que les empreintes profondes, résultantes de facteurs divers, écrouissage de la matière, déformation de la bille, temps, etc. Pour opérer avec une matière toujours identique à elle-même et qui reste insensible aux variations produites par des écarts, même considérables, de température, tant au point de vue de la dureté que de la dilatation, M. Nicolardot se sert de billes de quartz fondu. L'étude des dépôts obtenus par le procédé Schoop semble devoir conduire à des conceptions nouvelles de l'écrouissage, que l'auteur résume brièvement.

En énumérant les nombreuses applications du procédé Schoop, notamment au zingage, et en montrant le parti que l'on peut tirer de la porosité de certains dépôts, le conférencier insiste sur une application de ce procédé à la cémentation pour obtenir des réserves. Le cuivre protège mieux que le laiton et celui-ci mieux que la superposition de deux couches, l'une de cuivre, l'autre de zinc, ainsi que le montrent des micrographies comparatives. Les hélices d'aéroplanes peuvent être revêtues de couches parfaitement polies qui diminuent le frottement dans l'air. Étoffes, dentelles peuvent être métallisées. Les moulages eux aussi sont parfaits et on a pu réaliser des clichés trichromes, reproduire des disques pour phonographes en quelques minutes.

M. le Président. — J'exprime au capitaine Nicolardot les remerciements des nombreux auditeurs qui sont venus assister à sa conférence. Après nous avoir rappelé les procédés actuellement en usage pour recouvrir les objets d'un enduit métallique, il nous a fait connaître le procédé très hardi et très inattendu de M. Schoop, que je tiens, au nom de la Société, à féliciter de cette invention ; elle aura de nombreuses applications dans l'industrie et dans la décoration. Je remercie également notre collègue, M. Gaumont, d'avoir consenti à préparer, spécialement pour cette conférence, un ensemble de vues cinématographiques représentant le travail de la sténogravure et de la métallisation par projection, et notre collègue, M. Guilbert, administrateur de la Société de Métallisation, et ses collaborateurs, d'avoir bien voulu réaliser devant nous ce que le capitaine Nicolardot nous a scientifiquement exposé ; mais ce que sa modestie nous a caché, c'est la part qu'il a prise à l'étude de ces phénomènes de métallisation ; il a, par un contrôle sévère, par des mesures ingénieusement établies, par la conception du phénomène de *bombardement* des molécules, commun à l'électrolyse et à la pulvérisation, expliqué l'adhé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rence et la dureté des dépôts métalliques. M. le capitaine Nicolardot voudra bien nous remettre une note afin que notre Bulletin, après examen du Comité compétent, conserve le souvenir de l'invention de M. Schoop et des travaux qui ont servi à en contrôler la valeur.

La séance est levée à 22 h. 15 m.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU 16 DÉCEMBRE 1913

Présidence de M. L. Lindet, *président*.

MM. Hitier et Toulon, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. Toulon analyse les ouvrages suivants :

Leçons de mathématiques générales, par M. L. Zoretti, professeur à la Faculté des Sciences de Caen ;

Enquête sur la réduction de la durée du travail le samedi (semaine anglaise). Office du travail ;

Turbines à vapeur, système Brown, Boveri-Parsons (Compagnie électro-mécanique) (8 pièces) ;

Reconstitution des frises du Palais de Darius (V^e siècle avant J.-C.), par M. Alexandre Bigot, céramiste ;

La réduction de la durée du travail le samedi (semaine anglaise). Rapports de M. Briat et Pralon. Procès-verbaux et documents. Conseil supérieur du Travail. Session de 1913 ;

Age d'admission au service de la clientèle dans les auberges, hôtels, etc. Rapport de M. Abel Craissac. Procès-verbaux, enquête et documents. Conseil supérieur du travail.

M. Hitier analyse les ouvrages suivants :

Beitrag zur Untersuchung des Gusseisens, par M. C. Jüngst ;

Cours de marchandises. Technologie à l'usage de l'Enseignement commer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cial, 3e éd., par M. L. Girard, Directeur de l'École de Commerce de Narbonne.

Dix membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. Bigard (Albin), fabricant de produits céramiques, à Paris, présenté par MM. Lœbnitz et Wattebled ;

la Compagnie des Messageries maritimes, à Paris, présentée par MM. Bertin et le capitaine Nicolardot ;

la Compagnie française du Diamalt, à Paris, présentée par MM. Lindet et Lemaire ;

la Compagnie française des Procédés Clayton, à Paris, présentée par MM. le capitaine Nicolardot et Trillat ;

M. Guillery (René-Georges), ingénieur, directeur des Établissements Malicet et Blin, à Aubervilliers, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

M. Magnin (Jérôme), Ingénieur civil des Mines, à Paris, présenté par MM. Pitaval et Lemaire ;

M. Harms Junior (Henry), Ingénieur, administrateur délégué de la Société française des Maisons et Constructions moulées, présenté par MM. Lindet et Lemaire ;

la Chambre Syndicale des Fabricants de Ciment Portland artificiel de France, présentée par MM. Mesnager et Colomb ;

M. Girette (Louis-Armand), administrateur délégué de la Société anonyme des Fonderies et Laminoirs de Biache-Saint-Waast, à Paris, présenté par MM. Henry Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

M. Gall (Henry), administrateur délégué de la Société d'Électrochimie, président de la Société des Carbures métalliques, vice-président de la Société des Ingénieur civils de France, à Versailles, présenté par MM. Le Chatelier et Guillet.

Cette séance étant la dernière de l'année, M. le Président propose, conformément à l'art. 1er du Règlement de procéder immédiatement à l'admission de ces membres de façon que leur nom puisse figurer sur l'annuaire de 1914.

Ces dix personnes sont déclarées membres de la Société.

Sont admis comme membres de la Société : M. Chénereau (Paul), M. Bloch-Pimentel (Émile), et MM. Vedovelli-Priestley et Cie, qui ont été présentés dans la dernière séance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'à la date du 16 décembre M. Trillat a déposé un pli cacheté à la Société.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'il a représenté la Société à la distribution solennelle des médailles accordées par le Gouvernement aux ouvriers qui appartiennent aux industries représentées dans le Comité central des Chambres syndicales.

La Chambre syndicale du Syndicat général des Cuirs et Peaux de France serait désireuse de voir étudier scientifiquement les trois questions suivantes :

1° Rechercher pourquoi une peau en tripe, prête à être tannée, et dont le poids à l'état sec représente P, mise en présence d'une solution de tannin, à laquelle elle enlève un poids p de tannin, ne fournit-elle pas un poids $P + p$ de cuir, mais bien un poids inférieur à cette somme ?

2° Rechercher une substance épilatoire pour les peaux de tannerie, ménageant à la fois le poil et la substance peau, de façon à permettre à la gélatin fabriquée avec les déchets d'être comestible.

3° Rechercher un procédé simple permettant au tanneur de déceler la présence, dans tous les extraits tanniques, des produits empruntés aux lessives qui proviennent de la fabrication de la cellulose par les bisulfites.

La Société d'Encouragement se montrerait disposée à subventionner ces différentes recherches, après avoir examiné, d'accord avec la Chambre syndicale, les garanties présentées par les candidats ; les demandes doivent être adressées au Secrétariat de la Société.

M. LE PRÉSIDENT annonce que l'on célébrera à Montdidier, le 17 décembre, le centenaire de Parmentier qui fut l'un des fondateurs de notre Société ; il fut nommé membre du Comité d'Agriculture le 9 messidor an X.

M. JUSTIN LANDRY fait une communication sur *Le détectophone, appareil de poche destiné à déceler les ondes électriques*, qu'il a imaginé.

Aux coûteuses installations que nécessite la transmission des radiotélégrammes on peut comparer l'appareillage, très simple, que tout amateur peut réaliser pour leur réception. Quelques mètres de fil de fer, un téléphone quelconque et un cristal approprié lui permettent l'audition des ondes lancées par le poste de la Tour Eiffel à des distances même considérables. De là à concevoir un appareil de poche constitué par cet ensemble, il n'y avait qu'un pas, de prime abord très facile à franchir. Mais, immédiatement, l'attention se portait sur le détecteur qu'il fallait pour ainsi dire indéréglable, malgré les chocs que le porteur pouvait lui imprimer.

Un semblable récepteur d'ondes semblait être une nécessité pour la transmission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des ordres, tant dans les services de l'armée que sur les grands chantiers. Des recherches faites en vue de la conservation du point sensible conduisirent l'auteur à l'adoption d'un cristal de sulfure de plomb synthétique ; un ressort sans inertie, fait d'un fil très fin enroulé sur une tige rigide formait le contact. Plus tard, il obtint de meilleurs résultats en employant un nouveau cristal, très dur, sur lequel appuie fortement un ressort d'acier taillé en pointe très fine. C'est la réunion de ce détecteur très sensible et bien protégé et d'un bon téléphone qui constitue le *détectophone*. C'est un récepteur toujours prêt à recevoir les signaux horaires et les bulletins météorologiques envoyés chaque jour par la Tour Eiffel.

Le détecteur est monté en dérivation aux bornes du récepteur. L'un des pôles du système est bien isolé et est réuni à l'antenne de réception. L'autre est uni à la masse même de l'appareil, donc à la terre par l'intermédiaire de la main qui tient l'appareil. Dans ces conditions, le simple contact du fil isolé avec l'antenne permet la réception même à de très grandes distances. Elle est encore plus nette si l'appareil est directement mis à la terre par une tige métallique piquée dans le sol.

Essentiellement portatif, le détectophone a permis d'utiliser pour la réception les antennes les plus diverses. A Paris, depuis la dorure d'une petite glace jusqu'aux conduites d'eau et de gaz, aux autobus même, tout objet métallique pour ainsi dire permet de recevoir utilement les ondes. Plus loin, les gouttières, balustrades métalliques, grillages, un simple parapluie métallique à manche de bois permettent la perception jusqu'à 50 km.

A 1 000 km, la réception s'effectue sans le secours d'aucun appareil accessoire sur des lignes téléphoniques ou télégraphiques ou sur des antennes de longueur appropriée. Un exemple frappant d'utilisation des antennes de fortune pour les grandes distances est donné à Paris par la réception très nette avec le détectophone des radiotélégrammes et signaux horaires de Norddeich (Allemagne) en employant une conduite d'eau et la coupole qui domine l'Hôtel des Sociétés savantes. La distance qui sépare les deux postes est d'environ 900 km.

Grâce au détectophone on a pu reconnaître que les arbres étaient de très bonnes antennes de fortune. Dans la forêt de Fontainebleau, par exemple, la perception est très nette si l'on pique jusqu'à la sève une épingle dans un arbre élevé et si on y accroche l'appareil.

Par le contact d'un arbre en pleine campagne, même à des distances considérables, le détectophone décèle énergiquement les ondes atmosphériques. Les étincelles, en agissant sur le détecteur, produisent le bruit caractéristique du plomb fondu qui tombe dans l'eau. Il est aisé de suivre leur nombre, leur approche ou leur éloignement et par suite jusqu'à un certain point de prévoir un orage.

Le détectophone, par son contact avec les objets les plus divers, a permis de constater que, si on en réunit les fils à une conduite d'eau, puis à une conduite de gaz, on peut dans tout un immeuble à Paris, et même dans deux immeubles voisins, communiquer téléphoniquement avec un second appareil monté de façon identique. Le même fait s'était déjà montré dans l'utilisation comme antenne d'un réseau de lumière en non activité. Tous les abonnés pouvaient communiquer entre eux. Il a donc toutes les propriétés d'un bon transmetteur et d'un bon récepteur magnétiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bernheim donne le résultat de son expérience personnelle sur les services que peut rendre le détectophone comme appareil de contrôle.

M. le Président. — Je remercie M. Justin Landry de nous avoir fait connaître ce nouvel appareil détecteur d'ondes, dont le mérite est d'être à la fois portatif, sensible et résistant. Il rendra certainement de grands services dans les pays viticoles, où la prévision d'un orage à grêle permet aux canonniers d'accourir à leur poste assez à temps pour le repousser, ainsi que dans l'exploitation des chemins de fer, où la connaissance de l'heure exacte est intimement liée à la sécurité des voyageurs. Les observations qu'a faites, dans ses services du Chemin de fer de l'Est, notre collègue, M. Bernheim, et qu'il vient de nous soumettre, contrôlent la valeur et l'utilité de l'appareil de M. Landry.

M. Perret fait une communication sur son *Hourdis armé en briques*.

Ce hourdis se compose de briques creuses portant des gorges sur les côtés, et d'une ossature métallique. Lors de la pose, on loge dans les joints des briques des barres de fer ou d'acier qui sont noyées dans le mortier de ciment ou le plâtre qui constitue le joint. On obtient ainsi une cloison armée très rigide qui peut servir de plafond ou de faux plancher, suivant qu'on la construit par-dessous une poutraison ou par-dessus.

Pour en faire un plafond, on suspend le hourdis à la poutraison au moyen d'agrafes en acier doux galvanisé, qui s'accrochent d'une part aux barres formant l'armature, et de l'autre aux solives. Ces agrafes sont de formes différentes suivant que l'on se trouve en présence d'une poutraison en bois ou d'une poutraison métallique.

Dans le premier cas, on les cloue sur les côtés des solives et, dans le deuxième, on emploie des agrafes en forme d'étrier, qui passent à cheval par-dessus les poutrelles, leurs parties inférieures s'acrochant aux barres d'armature. Pour faire un faux plancher, on construit simplement le hourdis par-dessus la poutraison avec les agrafes en moins.

Ce même hourdis se combine au béton armé pour faire des planchers à doubles parois.

On l'emploie également en toiture, en le fixant par-dessus les pannes. Il remplace les chevrons et le lattis. Pour fixer la tuile par-dessus le hourdis on fait des tasseaux au mortier de ciment.

Avec le même type de briques on peut obtenir des résistances différentes, suivant les portées et les surcharges pour lesquelles ils sont destinés. Il suffit pour cela d'employer des armatures plus ou moins fortes.

Ce hourdis est léger, résistant et insonore. Son prix de revient est inférieur à ceux des hourdis ordinaires de résistance comparable.

M. le Président. — M. Marc Perret vient de nous montrer quel parti on peut tirer de l'emploi des briques creuses dans la construction des planchers et des toitures ; l'économie qui en résulte, l'avantage que présente un garnissage intérieur supprimant le faux plancher et, par suite, la sonorité, sont de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nature à faire prendre en considération par nos architectes ce nouveau système de construction en hourdis armé. Je remercie M. Marc Perret de nous l'avoir communiqué.

M. Magnin fait une communication sur le *Nouveau système de constructions économiques en béton coulé, système Harms et Small.*

Ces procédés sont de date récente ; les brevets qui les couvrent remontent seulement aux mois de juin et septembre 1910. La première application en a été faite en 1911, en Hollande, à Sandpoort, près de Haarlem, où l'on a construit, à titre de démonstration, une petite villa à un rez-de chaussée et un étage. En avril 1912, la Société française des Maisons et Constructions moulées s'est constituée à Paris, dans le but d'appliquer ces procédés en France et dans les colonies, et, en mai 1912, une première maison était construite à Saint-Denis, bientôt suivie d'une construction plus importante. Enfin, dans le courant de 1913, la Société française a entrepris à Salindres (Gard) la construction d'une cité ouvrière de 114 logements, pour le compte de la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue. Actuellement, 34 de ces logements sont construits.

Le principe du procédé est le suivant : couler du béton dans un moule étanche, en une seule opération, d'un seul bloc, exactement comme on le ferait pour le coulage d'une pièce métallique, les murs, cloisons, planchers et toiture d'une maison, de façon qu'après démoulage il ne reste plus qu'à exécuter la décoration intérieure et l'aménagement des appareils domestiques courants. Pour arriver à ce résultat, les inventeurs ont dû résoudre les problèmes suivants :

1° Trouver un moule robuste, pour résister aux chocs provenant de la chute du béton et qui soit d'un montage simple et rapide pour pouvoir être mis entre les mains d'ouvriers non spécialisés ;

2° Faire en sorte que ce même moule soit composé d'éléments de faibles dimensions, pour être facilement maniables, et interchangeables, pour se prêter à toutes les combinaisons imposées par l'architecte ;

3° Trouver un béton d'une préparation simple et peu coûteuse, suffisamment fluide pour pouvoir pénétrer dans toutes les cavités du moule, et suffisamment homogène pour éviter la séparation de ses éléments pendant le coulage.

M. Magnin dit comment ces problèmes ont été résolus en montrant des vues photographiques prises dans le chantier de Salindres. Il indique comment les inventeurs ont été amenés à supprimer la coulée des planchers et des toitures-terrasses par un système de poutres creuses, en béton, qui, engagées dans le moule au moment de son montage, se trouvent ensuite prises dans la masse du béton au moment de la coulée. Il montre que ce procédé, loin de demander une main-d'œuvre spéciale, est d'une exécution très simple, pouvant être confiée à des manœuvres qui arrivent très vite à exécuter le montage et le démontage rapide des moules.

Ce procédé se prête à l'exécution d'un type quelconque de maisons ; leur aménagement intérieur se trouve réduit à la plus grande simplicité. Le prix de revient est tel que, dans la plupart des cas, une grande économie peut être réalisée sur le mode de construction ordinaire.

M. le Président. — Le nouveau procédé de construction en béton coulé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous vient des États-Unis, du pays de toutes les audaces, et l'un de ses inventeurs, M. Harms, notre nouveau collègue, ici présent, Américain d'adoption, est originaire de Hollande, pays de toutes les persévérances. Grâce à l'initiative de la Société française des Maisons et Constructions moulées, et à celle de notre nouveau collègue, M. Magnin, qui vient de nous en exposer les résultats, cette invention américaine a reçu en France, dans une de nos plus importantes exploitations de produits chimiques, sa première application; je félicite à la fois au nom de la Société d'Encouragement, MM. Harms et Small, d'avoir imaginé un mode de construction si inattendu, et la Société française de l'avoir nationalisé. Peut-être l'esthétique y perdra-t-elle; mais l'économie réalisée le fera adopter dans les centres industriels; le loyer pèse lourdement sur le budget de l'ouvrier comme sur celui de l'entreprise industrielle qui loge l'ouvrier et, de ce côté, la construction en béton coulé réalise de grands progrès.

M. LE PRÉSIDENT prie les auteurs des diverses communications, M. Landry, M. Perret et M. Magnin, de vouloir bien remettre au Secrétariat le texte de leurs communications; elles seront examinées par les Comités compétents, en vue de leur insertion dans notre Bulletin.

M. LE PRÉSIDENT donne le résultat du vote de l'assemblée générale. A l'unanimité des membres présents, le Bureau sortant est réélu pour 1914 et la nomination des membres du Conseil d'Administration élus en 1913 est ratifiée.

La séance est levée à 22 h. 50 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOTHÈQUE

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

LISTE ALPHABÉTIQUE DES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

REÇUES PAR LA BIBLIOTHÈQUE

La présente liste est un relevé alphabétique des publications périodiques reçues en service courant par la Société d'Encouragement et déposées à sa Bibliothèque.

Elle est extraite du catalogue des matières de la Bibliothèque. Dans ce catalogue, les publications périodiques sont classées par ordre alphabétique (dans une division générale), sous les subdivisions : Annuaires, Périodiques de langue française (France, autres), Périodiques de langue anglaise (Grande-Bretagne, États-Unis, autres), Périodiques de langue allemande, Périodiques de langues italienne, hollandaise, russe, suédoise, etc.

Les publications périodiques spéciales sont classées également, dans ce catalogue, en tête de chaque titre spécial de matières, et c'est là que l'on trouve leur détail. Lorsque le périodique est publié par une Société, le détail se trouve au nom de la Société.

Le premier nombre, entre parenthèses, indique le numéro de classement au *Livre d'entrées des Périodiques;* le second nombre, dans la colonne, indique le nombre de numéros publiés par an.

A

Académie des Sciences de Paris. — Comptes rendus hebdomadaires des séances (101). — Mémoires (101 m). 52

Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli. — Rendiconti (14). 12

Administration des Monnaies et Médailles. — Rapport annuel (212). 1

Agenda agricole et viticole, de M. Vermorel (290). 1

Agenda aide-mémoire agricole, de M. G. Wéry (133). 1

Agenda Lumière-Jougla (286). 1

Album de statistique graphique (146). 1

Album graphique de la statistique générale de la France (97). 1

American ceramic Society. — Transactions (288). 1

American chemical Society (The). — Chemical abstracts (344). — Journal (344). — Journal of industrial 24 12

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

and engineering chemistry (345). 12
American Institute of mining engineers. — Bulletin (201). — Transactions (201). 12 1
American Journal of Science (220). 12
American Society of civil Engineers. — Proceedings (199). 10
American Society of mechanical Engineers. — Journal (200). 12
Annales d'hygiène publique et de médecine légale (424). 12
Annales de chimie et de physique (102). 12
Annales de E. Merck (349). 1
Annales de la brasserie et de la distillerie (362). 24
Annales de la construction (Nouvelles) (23). 12
Annales de la science agronomique française et étrangère (420). 12
Annales des falsifications (122). 12
Annales des mines. (Mémoires. Lois et décrets) (109). 12
Annales des mines de Belgique (363). 4
Annales des ponts et chaussées. (Mémoires et documents. Lois et décrets. Personnel) (104). 6
Annales des travaux publics de Belgique (359). 6
Annales du commerce extérieur (107). 12
Annuaire d'adresses des fonctionnaires du Ministère des travaux publics (90). 1
Annuaire de l'acétylène (90). 1
Annuaire de la législation du travail (Belgique) (278). 1
Annuaire de la vie internationale (90). 1
Annuaire des mines, de la métallurgie, de la construction mécanique et de l'électricité (90). 1
Annuaire du commerce Didot-Bottin (90). 1
Archives des sciences physiques et naturelles (412). 12
Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur. (Section française) (31). 1
Association amicale des anciens élèves de l'École de physique et de chimie industrielle de la Ville de Paris. — Annuaire (90). 1
Association centrale pour l'aménagement des montagnes. — Congrès annuel (316). 1
Association cotonnière coloniale. — Bulletin (325). 4
Association de documentation bibliographique, scientifique, industrielle et commerciale, de M. Jules Garçon. — Bulletin (353). 12
Association des anciens élèves de l'Institut de chimie appliquée. — Revue scientifique et technique de chimie appliquée (218). 4
Association des chimistes de sucrerie et de distillerie. — Bulletin (330). 12
Association des élèves sortis de l'École industrielle de Liége. — Bulletin (310). 6
Association des industriels de France contre les accidents du travail. — Bulletin (130). 6
Association des Ingénieurs-Conseils en matière de propriété industrielle. — Bulletin (121). 1
Association du Congrès international des Chemins de fer. — Bulletin (113). 12
Association française du froid. — Le froid (336). 12
Association française pour la protection de la propriété industrielle. — Bulletin (320). 1
Association française pour le développement de l'enseignement technique. — Bulletin trimestriel (206). 4
Association française pour le développement des travaux publics. — Compte rendu (408). 1
Association générale des chimistes de l'industrie textile. — Bulletin annuel (352). 1
Association générale des Étudiants de Paris. — Université de Paris (310).
Association internationale des chi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mistes de l'industrie du cuir. — Collegium (7). 12
Association internationale du froid. — Bulletin mensuel (336). 12
Association internationale pour l'essai des matériaux. — Communications. — Congrès (343). — Réunion des membres français et belges (343).
Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur. — Exercice annuel (213). 1
Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur. — Bulletin annuel (33). 1
Association philotechnique. — Bulletin mensuel (337). 12
Associations de propriétaires d'appareils à vapeur. — Comptes rendus des séances des congrès des ingénieurs en chef (131). 1
Association de l'agriculture et de l'industrie françaises. — Le travail national (70). 26
Astrophysical Observatory. — Annals (40). 1
Australasian Association for the Advancement of Science. — Report (51). 1
Automobile-Club de France. — Bulletin officiel de la Commission technique (379). 12

B

Bibliographie de la France (116). 52
Bibliographie des sciences et de l'industrie (328). 12
Bibliographie des travaux historiques et archéologiques publiés par les Sociétés savantes de France (271).
Bibliographie française (329). 12
Boletin de Minas (322).
British Clay-Worker (The) (314). 12
Bulletin de géographie historique et descriptive (21). 3
Bulletin de statistique et de législation comparée. (Ministère des Finances) (19). 12
Bulletin international de la répression des fraudes alimentaires et pharmaceutiques (122). 12
Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale (47). 52
Bulletin scientifique et industriel de la Maison Roure-Bertrand fils, à Grasse (179). 2
Bulletin semestriel des huiles essentielles, parfums synthétiques, etc. publié par la Maison Schimmel et C^ie^, à Miltitz près Leipzig (318). 2
Bureau des longitudes. — Annuaire publié par le ... (124). 1
Bureau international des poids et mesures — Travaux et mémoires (208). 1
Bureau of American Ethnology. — Annual report (25). — Bulletin (25).
Bureau of Education (Washington). — Report of the Commission of Education (143). 1
Bureau of Labor Statistics. — Bulletin (35).
Bureau of Mines (Department of the Interior, Washington). — Bulletin (372).
Bureau of Standards. — Bulletin (61). 4 — Technologic Papers (61).

C

Caisse des recherches scientifiques. — Rapport annuel (292). — Rapports scientifiques (292). 1 1
Canada, Department of mines. — Geological survey branch (161). — Mines branch (161).
Chambre de commerce de Lyon. — Compte rendu des travaux (148). 1
Chambre de commerce de Paris. — Compte rendu des travaux (148). 1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chambre syndicale des constructeurs de machines et instruments d'agriculture et d'horticulture. — Annuaire. — Congrès (238).

Chambre syndicale des fabricants et constructeurs de matériel pour chemins de fer et tramways. — Circulaires (399).

Chambre syndicale française des mines métalliques. — Annuaire (90). 1

Chemical news (The) (89). 52

Chemical Society. — Journal (384). 12
— Proceedings (384). 14

Chemiker-Zeitung (332). 156

Chemins de fer (Les) d'intérêt local et les tramways (418). 12

Chemische Zentralblatt (423). 52

Ciment (Le) (348). 12

Collegium (7). 12

Comité central des houillères de France. — Annuaire (237). — Circulaires (237). — Notes techniques (237). — Rapports des Ingénieurs des mines aux Conseils généraux (237).

Comité de conservation de monuments de l'art arabe. — Procès-verbaux des séances (52). 1

Comité de l'Afrique française. — Bulletin (274). 12

Comité des forges de France. — Annuaire (86). — Bulletin (86). — Circulaires (86).

Comité des travaux historiques et scientifiques. — (Section des sciences économiques et sociales) Bulletin (26). — Congrès des Sociétés savantes (26). 1 1

Comité des travaux historiques et scientifiques. — (Section des sciences). Compte rendu des Congrès des Sociétés savantes (26). — Revue des travaux (26). 1 1

Comité international des poids et mesures. — Procès-verbaux des séances (208). 1

Commission permanente des valeurs de douane. — Rapport (75). 1

Commissioner of Labor. — Annual report (35). 1

Congrès de chimie appliquée (404).

Congrès des Sociétés savantes. — (Section des sciences). Comptes rendus (26). — Discours prononcés aux séances (26). 1 1

Congrès des Sociétés savantes. — (Section des sciences économiques et sociales) (26). 1

Congrès français du froid (336). 1

Congrès international d'aéronautique (346). 1

Congrès international de mécanique appliquée (406).

Congrès international de la propriété industrielle (320).

Congrès international des mines et de la métallurgie (405).

Congrès international du froid (336).

Congrès national des Travaux publics français. — Compte rendu des travaux (408). — Mémoires (408).

Congrès national pour la défense et le développement du commerce extérieur. — Rapports et vœux (409). — Compte rendu des séances (409).

Conseil supérieur du travail, Bruxelles. — Sessions (324). 1

Conseil supérieur du travail, Paris. — Compte rendu des sessions (295). 1

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Rapport général (308). 1

Construction moderne (La) (391). 52

Cosmos (Le) (44). 52

D

Deutsche Industrie. Zeitung (422). 52

Direction de l'hydraulique agricole. — Annales (9).

Direction générale des douanes. — Tableau décennal du commerce et de la navigation (34). — Tableau général du commerce et de la navigation. I : Commerce ; II : Navigation (34). 2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E

Eau (L') (177). 12
Écho des mines et de la métallurgie (L') (426). 52
École centrale des arts et manufactures. — Portefeuille des travaux de vacances des élèves (230). 1
École polytechnique. — Journal (281). 1
École spéciale des travaux publics. — L'école chez soi (367). 12
Économiste français (L') (13). 52
Electrician (The) (85). 52
Électricien (L') (80). 52
Electric railway Journal (280). 52
Elektrotechnische Verein, Wien. — Elektrotechnick und Maschinenbau (377). 52
Electrotechnische Zeitschrift (265). 52
Encyclopédie universelle des industries tinctoriales et des industries annexes, de M. Jules Garçon (268).
Engineer (The) (84). 52
Engineering (195). 52
Engineering and mining journal (The) (156). 52
Engineering index (The) (263).
Engineering magazine (The) (263). 12
Engineering news (112). 52

F

Ferrum (381). 12
Franklin Institute. — Journal (253). 12
Froid (Le) (336). 12

G

Gaz (Le) (396). 12
Gazetta chimica italiana (364). 12
Génie civil (Le) (154). 52
Geological Institution of the University of Upsala. — Bulletin (221).
Geological Survey of Ohio. — Bulletin (354).
Glückauf (382). 52

H

Halle aux cuirs (La) (356). 52
Horloger (L') (433). 12
Houille blanche (La) (380). 12

I

Imperatorskagho rousskagho technitcheskagho-obchtchevtva. — Zapiski (119). 12
Imperial Institute. — Bulletin (149). 4
Industria (L') (73). 52
Industrie électrique (L') (74). 24
Industrie textile (L') (303). 12
Ingegneria ferroviaria (37). 24
Ingénieur-Constructeur (L') (367). 12
Institut des actuaires français. — Bulletin trimestriel (241). 4
Institut Égyptien. — Bulletin (32). — Mémoires (32).
Institut français de la prévention du feu. — Bulletin mensuel (429). 12
Institut international d'agriculture, Rome. — Bulletin bibliographique hebdomadaire (340). — Bulletin de statistique agricole (340). — Bulletin des Institutions économiques et sociales (340). — Bulletin des renseignements agricoles et des maladies des plantes (340). 52 12 12 12
Institut international de bibliographie. — Bulletin (137).
Institut national agronomique. — Annales (20). 2
Institut Pasteur. — Annales (68). 12
Institution of civil Engineers. — Minutes of proceedings (189). 3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland. — Transactions (5).
Institution of mechanical Engineers. — Proceedings (114). 2
Institution of naval Architects. — Transactions (222). 1
International Catalogue of scientific Literature. — B, Mecanics (317). — 1
D, Chemistry (317). 1
Iron and Steel Institute. — Journal (157). 4

J

Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie (216). 2
John Crerar Library. — Annual report (261). 1
Journal d'agriculture pratique (105). 52
Journal d'hygiène (383). 12
Journal de chimie physique (17). 6
Journal de pharmacie et de chimie (79). 24
Journal de physique théorique et appliquée (36). 12
Journal des économistes (110). 12
Journal des fabricants de sucre (395). 52
Journal du four électrique et de l'électrolyse (428). 24
Journal für Gasbeleuchtung (321). 52
Journal général de l'imprimerie et de la librairie (116). 52
Journal officiel (427). 365
Journal of industrial and engineering chemistry (345). 12

K

Kolloïd-Zeitschrift (118). 12
Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. — Nachrichten (30).
Königlichen Materialprüfungsamt. — Mitteilungen (183).
Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. — Proceedings of the section of sciences (279). — Verslagen (279). — Verhandelingen (279).
K. Svenska Vetenskapsakademien. — Arkiv för kemi, mineralogi och geologi (8). — Arkiv för matematik, astronomi och fysik (8).

L

Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers. — Bulletin (308).
Laboratoire d'études de la soie. — Rapports (148).
Laboratorio chimico centrale delle gabelle. — Annali (219).
Leipziger Monatschrift für Textil-Industrie (414). 52
Library of Congress. — Report (350). 1
Lumière électrique (La) (171). 52

M

Maatschappij van Nijverheid. — Tijdschrift (373). 12
Mémorial des poudres et salpêtres (223). 2
Mémorial du génie maritime (294). 1
Metall und Erz (381). 24
Metallurgical and chemical engineering (260). 12
Mineral industry (The) (198). 1
Mois scientifique et industriel (Le) (309). 12
Moniteur officiel du commerce (75). 52
Moniteur scientifique du Dr Quesneville (163). 12
Musée Guimet. — Annales (333). 1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Musée social. — Annales (239). — Mémoires et documents (239). 12

Ministère de l'Agriculture : Annales (9). — Bulletin (9). — Bulletin de l'Office de renseignements agricoles (9). — Feuille d'informations (9). — Statistique agricole de la France (242). 12 52 1

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts: Archives des missions scientifiques et littéraires (Nouvelles) (38). — Bulletin de géographie historique et descriptive (21). — Caisse des recherches scientifiques (292). — Comité des travaux historiques et scientifiques (26). — Réunions des Sociétés des Beaux-Arts des départements (4). 1 1 1 1 1

Ministère de l'Intérieur : Situation financière des départements (135). — Service vicinal (175). 1 1

Ministère de la Marine : Mémorial du génie maritime (294). — Revue maritime (94). 1 12

Ministère des Finances : Bulletin de statistique et de législation comparée (19). 12

Ministère des Travaux Publics : Album de statistique graphique (146). — Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires (144). — Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie (138). — Statistique des chemins de fer français (64). 1 1 1 2

Ministère du Commerce et de l'Industrie : Moniteur officiel du commerce (75). 52

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale : Album graphique de la statistique générale de la France (97). — Annuaire statistique (98). — Bulletin (170). — Rapport sur l'application des lois réglementant le travail (211). — Statistique des grèves (205). 1 1 1-12 1 1

N

National physical Laboratory. — Report (62). — Collected researches (62). 1 1

Nature (de Londres) (45). 52

Nature (La) (72). 52

Naval annual (The) (99). 1

New-York State Department of Labor. — Annual report of the Bureau of labor statistics (128). — Annual report of the Commissioner of labor (128). — Annual report of the Department [of Bureaus (Factory inspection, Mercantile inspection, Mediation and arbitration) (128). — Annual report of the Bureau of industries and immigration (128). — Bulletin (128). 1 1 1 1 1

North of England Institute of mining and mechanical Engineers. — Transactions (203).

Nouveautés chimiques (Les), par Camille Poulenc (335). 1

Nouveaux livres scientifiques et industriels (Les) (328).

Nouvelles archives des missions scientifiques et littéraires (38). 1

Nova Scotian Institute of Science. — Proceedings and Transactions (334). 1

O

Observations météorologiques faites à la station météorologique du Champ-de-l'Air (Institut agricole de Lausanne) (209). 1

Observatoire de Besançon. — Bulletin chronométrique (394). 1

Observatoire météorologique du Mont-Blanc. — Annales (150). 1

Observatoire municipal de Montsouris. — Annales (188). 1

Oesterreichische Ingenieur-und Archi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tekten-Verein. — Zeitschrift (194). 52
Office de renseignements agricoles. — Bulletin (9). 12
Office du travail, Bruxelles. — Annuaire de la législation du travail (278). — Rapports annuels de l'inspection du travail (277). — Revue du travail (289). 1 1 24
Office du travail, Paris. (Voir Ministère du Travail.)
Office national du commerce extérieur. —. Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France (75). 52

P

Papier (Le) (371). 12
Patent Office of London. — Abridgments of specifications (49).
Philosophical magazine and Journal of science (361). 12
Phosphate (Le). 52
Polytechnische Verein in München. — Bayerische Industrie and Gewerbeblatt (88). 52
Portefeuille économique des machines (22). 12

R

Railway Age Gazette (419). 52
Rapport... sur la réparation des dommages résultant des accidents du travail (Belgique) (277). 1
Rapports annuels de l'Inspection du travail (Belgique) (277). 1
Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France (75). 52
Rapports sur l'application des lois réglementant le travail (Paris) (211). 1
Reale Istituto d'incorragiamento di Napoli. — Atti (182). 1
Recueil des lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux Publics (144). 1
Réforme sociale (La) (56). 24
Répertoire général de chimie pure et appliquée (269). 24
Repertorium der technischen Journal-Literatur (327). 1
Revue chronométrique (78). 12
Revue cévenole (217). 1
Revue d'artillerie (360). 12
Revue d'électrochimie et d'électrométallurgie (341). 12
Revue de législation des mines et statistique des houillères en France et en Belgique (227). 6
Revue de mécanique, de Gustave Richard (228). 12
Revue de métallurgie, de M. H. Le Chatelier (304). 12
Revue de la soudure autogène (357). 12
Revue des deux mondes (3). 24
Revue des éclairages (392). 24
Revue des matériaux de construction et de travaux publics (355). 12
Revue des travaux de recherches effectués dans les laboratoires photographiques dirigés par MM. A. et L. Lumière (286). 1
Revue du génie militaire (11). 12
Revue du travail (La) (Belgique) (289). 24
Revue électrique (307). 24
Revue générale de chimie pure et appliquée (269). 24
Revue générale des chemins de fer et tramways (173). 12
Revue générale des matières colorantes (243). 12
Revue générale des sciences pures et appliquées (87). 24
Revue industrielle (155). 52
Revue maritime (94). 12
Revue polytechnique (152). 24
Revue pratique de l'électricité (398). 24

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Revue scientifique (Revue rose) (164). 52
Revue scientifique et technique de chimie appliquée (218). 4
Revue universelle des mines et de la métallurgie (181). 12
Royal Dublin Society. — Economic proceedings (18). — Scientific proceedings (18). — Scientific transactions (18).
Royal Institution of Great Britain. — Proceedings (258). 1
Royal Society of Arts. — Journal (254). 52
Royal Society of Edinburgh. — Proceedings (2). — Transactions (2).
Royal Society of London. — Proceedings (41). — Philosophical transactions (41).
Royal Society of News South Wales. — Journal and Proceedings (29). 1

S

Science abstracts (291). 24
Scientific american (162). 52
Semaine agricole (La) (425). 52
Service vicinal (175). 1
Sillon (Le) (369). 12
Situation financière des départements (135). 1
Smithsonian Institution. — Annual report (27). — Contributions to knowledge (40). — Miscellaneous Collections (27). 1
Sociedad cientifica « Antonio Alzate ». — Memorias y revista (10).
Societa degli ingegneri e degli architetti italiani. — Annali (115). 24
Société chimique de France. — Bulletin (103). 24
Société d'agriculture, commerce, sciences et arts de la Marne. — Mémoires (252). 1
Société d'agriculture, des sciences et des arts de Douai. — Bulletin du comice agricole (43).
Société d'agriculture, des sciences et industries de Lyon. — Annales (247). 1
Société d'agriculture du Cher. — Bulletin (386).
Société d'agriculture du département de Seine-et-Oise. — Mémoires (296).
Société d'agriculture et de commerce de Caen — Bulletin (134). 12
Société d'agriculture, sciences et arts de Meaux. — Bulletin (69). 12
Société d'agriculture, sciences et arts de Valenciennes. — Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique (93).
Société d'économie politique. — Bulletin (55).
Société d'encouragement à l'agriculture de la Haute-Saône. — Le Sillon (369). 12
Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — Annuaire (1). — 1
Bulletin (1). — Mémoires (1). 10
Société de chimie physique. — Publications (46). 6
Société de l'industrie minérale. — Annuaire (166). — Bulletin (166). — 1 12
Compte rendu (166). 12
Société de géographie commerciale de Paris. — Bulletin (224). 12
Société de protection des apprentis et des enfants employés dans les manufactures. — Bulletin (400). 4
Société de secours des amis des sciences. — Compte rendu (151). 1
Société des agriculteurs de France. — Bulletin (197). — Compte rendu (197). 24
Société des anciens élèves des écoles d'arts et métiers. — Annuaire (136). — Bulletin technologique (136). 12
Société des arts de Genève. — Comptes rendus de l'exercice (152). — Revue polytechnique (152). 1 24
Société des ingénieurs civils de France. — Annuaire (313). — Mémoires et travaux (313). 1 12
Société des sciences, de l'agriculture et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des arts de Lille. — Mémoires (226).
Société forestière française des amis des arbres. — Bulletin (319). 4
Société française d'hygiène. — Journal d'hygiène (383). 12
Société française de photographie. — Bulletin (256). 12
Société française de physique. — Mémoires (36). — Résumé des communications (36). — Journal de physique (36). 1 12
Société franco-japonaise de Paris. — Bulletin (342).
Société industrielle d'Amiens. — Bulletin (82). 6
Société industrielle d'Elbeuf. — Bulletin (300). 6
Société industrielle de l'Est. — Bulletin (297). 12
Société industrielle de Mulhouse. — Bulletin (180). 12
Société industrielle de Reims. — Bulletin (81). 12
Société industrielle de Rouen. — Bulletin (76). 12
Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne. — Bulletin (284).
Société industrielle du Nord de la France. — Bulletin (299). 12
Société industrielle et agricole d'Angers. — Bulletin (389).
Société internationale des électriciens. — Annuaire (39). — Bulletin (39). 10
Société libre d'émulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure. — Compte rendu des travaux (6). 1
Société nationale d'agriculture de France. — Bulletin (210). — Mémoires (210). 10
Société nationale d'encouragement à l'agriculture. — Congrès (425). — La Semaine agricole (425). 52
Société nationale d'horticulture de France. — Journal (28). 12
Société philotechnique. — Annuaire (50). 1
Société pour le développement de l'enseignement technique, Grenoble. — Publications (331).
Société scientifique d'hygiène alimentaire et d'alimentation rationnelle de l'homme. — Bulletin (407). 4
Société scientifique et industrielle de Marseille. — Bulletin (204).
Société scientifique et littéraire d'Alais. — Revue cévenole (217). 1
Société technique de l'industrie du gaz en France. — Compte rendu des congrès (298). 1
Société vaudoise des sciences naturelles. — Bulletin (209). 12
Sociétés des Beaux-Arts des départements. — Réunions (4). 1
Society of chemical industry. — Journal (315). 24
Society of naval architects and marine engineers. — Transactions (53). 1
Sprechsaal (262). 52
Stahl und Eisen (193). 52
Statistique agricole de la France. — Statistique annuelle (242). — Résumé des enquêtes décennales (242). 1
Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie (138). 1
Statistique des chemins de fer français (France, Algérie et Tunisie). — Intérêt général (64). — Intérêt local et tramways (64). 1 1
Statistique des grèves (Paris) (205). 1
Statistique générale de la France (97). 1
Subject matter index of mining, mechanical and metallurgical literature (203). 1
Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France. — Bulletin mensuel (431). 12
Syndicat général des cuirs et peaux de France. — Bulletin (24). 10

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T

Tableau décennal du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères (34).
Tableau général du commerce et de la navigation (I : Commerce ; II : Navigation) (34). 2
Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie (63). 1
Technik und Wirtschaft (59). 12
Technique aéronautique (La) (370). 24
Technique automobile et aérienne (95). 12
Technique moderne (La) (338). 24
Teckniske forenings Tidsskrift (Den) (375). 26
Territoires du sud de l'Algérie, service géologique. — Compte rendu de la campagne (132).
Textile manufacturer (The) (421). 12
Tidsskrift for industry (374). 12
Travail national (Le) (70). 26

U

Union des propriétaires d'appareils à acétylène. — Journal (430). 10
Union nationale des Sociétés photographiques de France. — Comptes rendus des sessions (282).
United States Department of Agriculture (410).
United States geological Survey. — Annual report (158). — Bulletin (158). — Mineral resources (158). — Monographs (158). — Professional papers (158). — Water-supply papers (158).
Universitetskia izvestia Kiew (369).
University of Texas mineral Survey. — Bulletin (385).

V

Verein deutscher Chemiker. — Zeitschrift für angewandte Chemie (305). 104
Verein deutscher Eisenhüttenleute. — Stahl und Eisen (193). 52
Verein deutscher Ingenieure. — Zeitschrift (59). 52
Verein zu Beförderung des Gewerbfleisses. — Sitzungs-Berichte (145). — Verhandlungen (145). 10
Vie automobile (La) (95). 52

W

Washington Academy of Sciences. — Journal (366). 21
Western Australia geological Survey. — Bulletin (184).

Z

Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure- und Architekten-Vereines (194). 52
Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure (59). 52
Zeitschrift für angewandte Chemie (305). 104
Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen (193). 52
Zeitschrift für Elektrochemie (378). 24
Zeitschrift für Elektrotechnik (377). 52
Zeitschrift für physikalische Chemie (358). 24
Zeitschrift (Kolloïd-) (118). 12

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Communications de l'Association internationale pour l'essai des matériaux. Vol. II, nos 8, 11, 12, 13, 15 et 16 : Rapports du VIe Congrès, tenu à New-York du 3 au 7 septembre 1912.

Cette célèbre Association, dont le siège est à Vienne, a pour Président M. N. Belelubsky, de Saint-Pétersbourg; pour vice-Présidents MM. A. Mesnager, de Paris, A. Martens, de Berlin, G. C. Lloyd, de Londres; pour Secrétaire général M. E. Reitler, de Vienne.

Une partie notable du volume II de ses Communications est consacrée au Congrès VIe de l'Association, tenu à New-York du 3 au 7 sept. 1912. Ce Congrès a eu une importance telle que les revues en ont fait non seulement un compte rendu développé, mais plusieurs d'entre elles, telle la Revue de métallurgie, lui ont consacré un ou plusieurs numéros.

Les Communications officielles renferment : nos 8, 11 et 13 le texte d'un certain nombre de rapports destinés au Congrès; le no 15 le procès-verbal de la section des métaux; le no 16 le compte rendu du Congrès. Dans ces deux derniers nos 15 et 16, les rapports discutés au Congrès sont reproduits en résumés.

L'Association nous prie de mentionner que ses communications sont en vente à la librairie Dunod (au prix de 2 à 5 f le numéro, de 32 f les deux volumes), en sorte que les spécialistes, ne faisant pas partie de l'Association, peuvent se les procurer.

Beitrag zur Untersuchung des Gusseisens, par M. C. Jüngts (**Recherches sur la fonte**). In-8 de 203 p. avec fig. Düsseldorf, Verlag Stahleisen, 1913.

Cet intéressant volume renferme les résultats de nombreuses séries d'expériences ayant pour objet d'établir les propriétés physiques et mécaniques de la fonte, en particulier sa résistance à la flexion, à la traction, au choc, à la compression et sa dureté. Elles ont fait l'objet d'un résumé fort bien exposé dans le no 35 du *Stahl und Eisen*. Les recherches ont porté sur 17 fabrications; elles ont donné lieu à 6 301 essais, et leurs résultats ne peuvent qu'être fort intéressants à étudier par tous ceux qui emploient et qui fabriquent la fonte. De nombreux tableaux, des courbes et des diagrammes forment la partie la plus développée de l'ouvrage. Sa conclusion porte sur les points à observer lorsqu'on veut obtenir des fontes de qualités constantes ou des fontes de qualités déterminées en ce qui concerne les diverses résistances.

L'ouvrage se termine par deux annexes dont l'intérêt pratique est grand; la première renferme les réponses de 24 Sociétés allemandes sur l'emploi de la fonte pour conduites de vapeur, et la seconde les prescriptions à adopter pour fournitures de fontes.

J. G.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Leçons de mathématiques générales, par M. L. Zoretti, professeur à la Faculté des Sciences de Caen. In-8 de XVI-753 p. avec 205 fig. (Prix : 20 f.) Paris, Gauthier-Villars.

Extrait de la préface de M. Appell, doyen de la Faculté des Sciences de Paris : Le livre de M. Zoretti se différencie d'abord des Traités qui ont été spécialement écrits pour telle ou telle catégorie d'étudiants en ce qu'il s'adresse à toutes.

Les divergences avec les autres Traités sont surtout grandes dans le choix des exercices. L'auteur a multiplié les exercices d'application purement numérique, proposés, au cours des chapitres, immédiatement après les théories qu'ils illustrent. Il a indiqué de nombreux exercices qui sont de véritables travaux pratiques : dessins ou épures, cartonnages, mesures effectuées au moyen d'instruments. Son expérience personnelle à Caen lui a montré que les élèves apportent un vif intérêt à ce genre de travaux.

En résumé, l'ouvrage de M. Zoretti constitue une conception élevée et nouvelle de l'enseignement des Mathématiques générales. Tout en conservant une entière rigueur, sans laquelle aucune éducation mathématique n'existe, l'auteur a su répondre à tous les besoins essentiels des Sciences expérimentales; par le choix des applications et des exercices numériques, il fait comprendre les théories générales, il développe l'esprit de curiosité, le goût du travail et de la lecture personnels; il tend, en un mot, à former des hommes de réflexion et d'action, capables de servir utilement la France dans la Science et dans l'Industrie.

Extrait de l'avertissement de l'auteur : Ce livre est écrit pour les étudiants en Mathématiques générales des Facultés des Sciences, et il reproduit d'ailleurs, à peu de choses près, le cours que j'ai professé pendant trois ans à la Faculté de Grenoble; mais il s'adresse dans ma pensée à des lecteurs beaucoup plus nombreux; il s'adresse à tous ceux qui, au cours de leur carrière, se sont trouvés en présence de quelque difficulté d'ordre mathématique et qui n'ont pu la résoudre, soit parce qu'ils avaient oublié l'enseignement de leur jeunesse, soit parce que l'orientation de leur vie ne leur avait pas permis de recevoir une instruction mathématique suffisante. Et si l'on réfléchit qu'en dehors de quelques rares écoles, des classes spéciales et des Facultés, l'enseignement des Mathématiques supérieures pratiques n'existe pas, on comprendra combien sont nombreux ceux qui ont besoin d'un livre comme celui-ci.

Une première difficulté à résoudre est le choix du point de départ : j'ai supposé acquises les connaissances du baccalauréat, car je ne pouvais songer à reprendre les questions qu'on appelle *élémentaires*.

Quant au choix des matières, je l'ai arrêté d'après le double principe suivant : accepter tout ce qui est utilisable, ne serait-ce qu'une fois; y ajouter tout ce qui est nécessaire, ou simplement commode pour l'exposé des théories reconnues indispensables, rejeter systématiquement tout le reste. Si j'ai conservé à l'Ouvrage le nom devenu familier de *Mathématiques générales*, celui de *Mathématiques auxiliaires* paraît plus conforme au but poursuivi.

J'ai attaché une importance considérable au choix des exercices : des exemples numériques sont complètement traités, d'autres simplement indiqués dans le texte, pour que le lecteur soit naturellement amené à apprendre la théorie sur l'exemple. A la fin des Chapitres, enfin, j'ai mis un assez grand nombre de véritables travaux pratiques : dessins ou épures, cartonnages, mesures effectuées au moyen d'instruments.

Enfin je n'ai rien négligé pour que ce Livre, après avoir été un Livre d'études, reste pour l'étudiant un aide-mémoire commode. A cet effet, les renvois ont été multipliés dans le texte; un index alphabétique a été placé à la fin; un Tableau des principales formules évitera même souvent au lecteur de recourir au Livre même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN DÉCEMBRE 1913

Les Classiques de la Science, publiés sous la direction de MM. H. Abraham, H. Gautier, H. Le Chatelier, J. Lemoine. — In-12 (19 × 12). I. **L'air, l'acide carbonique et l'eau.** Mémoires de Dumas, Stas, Boussingault, de XII-104 p., IV pl. — II. **Mesure de la vitesse de la lumière. Étude optique des surfaces.** Mémoires de Léon Foucault, de XII-123 p., 30 fig., III pl. Paris, Armand Colin, 1913. **15178-9**

DURAND (ALBERT). — **Matières textiles** (année 1911-1912). **Le lin** (Résumé du Cours fait à l'Union française de la Jeunesse. Section de Lille). 3 cahiers dactylographiés. In-4 (35 × 22) de 131 p. **15180**

AMAR (JULES). — **Le moteur humain et les bases scientifiques du travail professionnel.** In-12 (19 × 12) de XV-622 p., 309 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15181**

BONNEFOY (GASTON). — **Le repos hebdomadaire.** Étude théorique et critique de la loi du 13 juillet 1906 avec la jurisprudence la plus récente. In-8 (27 × 17) de V-288 p. Paris, A. Davy, 1907. **15182**

ZORETTI (L.). — **Leçons de mathématiques générales.** In-8 (22 × 14) de XVI-753 p., 206 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1914. **15183**

JÜNGST (C.). — **Beitrag zur Untersuchung des Gusseisens.** In-4 (28 × 19) de 203 p. Düsseldorf, Stahl und Eisen, 1913. **15184**

GIRARD (L.). — **Cours de marchandises.** Technologie à l'usage de l'enseignement commercial, 3e éd. (Encyclopédie industrielle) de VIII-442 p., 282 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1914. **15185**

OFFICE DU TRAVAIL, PARIS. — **Enquête sur la réduction de la durée du travail le samedi** (semaine anglaise). In-4 (27 × 21) de XVI-258 p. Paris, Imprimerie Nationale, 1913. **15186**

Turbines à vapeur système Brown, Boveri-Parsons. (Cie Électromécanique). In-4 (31 × 24). N° 139 (mai 1907) : Turbo-dynamos à courant continu, 32 p., 22 fig. — N° 151 B (février 1908) : Turbines à vapeur syst. Brown, Boveri-Parsons, 123 p., 133 fig. — N° 207 (octobre 1909) : Progrès réalisés dans la construction des turbines Brown, Boveri-Parsons, 37 p., 32 fig. — N° 321 F (mai 1912) : La turbine à vapeur Brown, Boveri-Parsons, 40 p., 28 fig., III pl. — N° 361 F (septembre 1912) : Turbo-soufflantes, construction Brown-Boveri, 17 p., 18 fig. — N° 365 F : Turbo-dynamos à courant continu, type G. T., construction Brown-Boveri, 4 p., 5 fig. — N° 385 F (septembre 1913) : Turbines spéciales pour les industries utilisant de la vapeur pour le chauffage, construction Brown-Boveri, 31 p., 18 fig., IV pl. — N° 610 B : Turbines à vapeur système Brown, Boveri-Parsons. Relevé des groupes électrogènes livrés ou en commande au 31 mai 1910, 119 p., 29 fig., XLVI pl. — N° 710 B : Turbines à vapeur système Brown, Boveri-Parsons, 26 p., 31 fig. — N° 711 B : Liste des références des groupes électrogènes avec Turbines à vapeur système Brown, Boveri-Parsons, livrés ou en commande au 31 juillet 1911, 54 p., VI pl. — N° 713 B : Turbines à vapeur système Brown, Boveri-Parsons, 32 p., 31 fig. **15187**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GARNIER (A.-R.) et SYLVESTRE (V.). — **Les moteurs électriques et leurs applications industrielles.** (Fascicule VI de la Bibliothèque de la Technique moderne, de 100 p., 206 fig.) Paris, H. Dunod et Pinat, 1913. **15188**

JANNEAU (GUILLAUME). — **L'apprentissage dans les métiers d'art.** Une enquête. In-8 (21 × 13) de 156 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15189**

ARDOUIN-DUMAZET. — **Voyage en France.** In-12 (18 × 12). 18e série : **Flandre.** 3e éd., de VII-365 p., 22 cartes. — 19e série : **Hainaut et Cambrésis.** 3e éd., de VII-383 p., 30 cartes. — 58e série : **Calaisis, Boulonnais et Artois,** de VII-351 p., 28 cartes. Paris, Berger-Levrault. 1912, 1913. **15190-2**

COUDURIER. — **Manuel des directeurs et contremaîtres des petites usines à gaz.** 3e éd. revue et complétée par H. BOURON. In-8 (21 × 14) de VI-440 p., 139 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15193**

HENRIET (E.). — **Manuel pratique de serrurerie** (Partie élémentaire). In-8 (20 × 13) de 260 p., 232 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15194**

Agendas Dunod 1914. — Chemins de fer, par PIERRE-BLANC. 35e éd., de XXIV-320 p. — **Électricité,** par J.-A. MONTPELLIER, 36e éd., de XXVIII-316 p., 112 fig. — **Mécanique,** par J. IZART, 36e éd., de XX-364 p., 127 fig. — **Métallurgie,** par D. LEVAT, 35e éd., de VI-254 p., 22 fig. — **Construction automobile,** par M.-C. FAVRON. Revisé par F. CARLÈS, secrétaire de rédaction de la Vie Automobile, 6e éd., de XVI-364 p., 398 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. **15195-9**

LEVAINVILLE (J.). — **Rouen.** Étude d'une agglomération urbaine. In-8 (28 × 14) de 418 p., 24 fig., XVI pl., 2 cartes. Paris, Armand Colin, 1913. **15200**

***

MAHLER (P.). — **Expériences sur l'oxydation de la houille.** (*Annales des Mines,* septembre 1913, 40 p., 2 fig.). **Pièce 12071**

Accéléromètre de MM. BOYER-GUILLON et AUCLAIR. (*Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France,* juillet 1913, 66 p., 28 fig.). **Pièce 12072**

BIGOT (ALEXANDRE). — **Reconstitution des frises du palais de Darius** (Ve siècle avant J.-C.). (Mémoire lu à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, juin 1913). In-8 de 8 p. **Pièce 12073**

FÉRET (R.). — **L'imperméabilisation des mortiers et des huiles lourdes.** (*Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires,* 1913-V, p. 413-436, I pl.). **Pièce 12074**

BONNEFOY (GASTON). — **Du traitement juridique appliqué aux aérostats étrangers voyageant ou atterrissant en France.** (*Journal de Clunet,* 1910, 10 p.) **Pièce 12075**

COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDES ET DE DÉFENSE FISCALE. — Réunion de la salle Wagram, du 12 décembre 1913. **La situation financière de la France.** Discours de M. Eugène Touron. In-12, 59 p., 8 tableaux. **Pièce 12076**

DEJEANNE (JEAN-AUGUSTE). — **Appareil d'absorption des gaz par les liquides.** (Brevet d'invention n° 453793, du 30 janvier 1913.) In-8 de 4 p., 1 pl. **Pièce 12077**

***

Anuario técnico é industrial de España, 1913, publicado bajo la direccion de los Ingenieros de minas D. AUGUSTO DE GALVEZ-CAÑERO Y D. JOSÉ DE GOROSTIZAGA, editores de la Revista « Ingenieria ». **Annuaires.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE ET CHAMBRE SYNDICALE FRANÇAISE DES MINES MÉTALLIQUES. — **Rapports des Ingénieurs des mines aux Conseils généraux sur la situation des mines et usines en 1912.** Paris, 55, rue de Châteaudun. **Pér. 237**

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. XXXIV, 1912. **Pér. 200**

NORTH OF ENGLAND INSTITUTE OF MINING AND MECHANICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXIII, part 7; Vol. LXIV, part 1. **Pér. 203**

Nouvelles Archives des Missions scientifiques et littéraires. Nouvelle série, fasc. 9. **Pér. 38**

Bulletin semestriel des Huiles essentielles, Parfums synthétiques, etc., publié par la Maison SCHIMMEL et Cie (Ernst, Karl et Hermann Fritzsche, propriétaires), à Miltitz près Leipzig. Octobre 1913. **Pér. 318**

BUREAU OF STANDARDS. — **Technologic Papers.** N° 12: *Action of the salts in alkali water and sea water on cements,* by PH. BATES, A. J. PHILLIPS and RUDOLPH J. WIG. 156 p., 60 fig., VIII pl. (1913); avec une Bibliographie, p. 103-105. — N° 13 : *The evaporation test for mineral lubricating and transformer oils,* by C. E. WATERS, de 13 p. (1913). **Pér. 61**

CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — Session de 1913. — **La réduction de la durée du travail le samedi** (semaine anglaise). Rapports de MM. BRIAT et PRALON. Procès-verbaux et documents. — **Age d'admission au service de la clientèle dans les auberges, hôtels, etc.** Rapport de M. ABEL CRAISSAC. Procès-verbaux, enquête et documents. Paris, Imprimerie Nationale, 1913. **Pér. 295**

REALE ISTITUTO D'INCORAGGIAMENTO DI NAPOLI. — **Atti.** Série VI. Vol. LXIV, 1912. **Pér. 182**

Agenda agricole et viticole par M. V. VERMOREL. **1914.** **Pér. 290**

Agenda Lumière-Jougla pour **1914.** **Pér. 286**

Aéro-Manual, 1914. Répertoire sportif, technique et commercial de l'aéronautique, par CH. FAROUX, rédacteur en chef de la Vie Automobile, et G. BONNET. Paris, H. Dunod et Pinat. **Annuaires.**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Bulletin de la section de géographie.** Année 1913. Tome XVIII, nos 1-2. Paris, Imprimerie Nationale, 1913. **Pér. 26**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIe série, 17e cahier. **Pér. 281**

CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. — **Rapports scientifiques** sur les travaux entrepris en 1912. **Pér. 292**

Annales du Commerce extérieur. 1913, fasc. 6 et 7 : Commission permanente des valeurs de douane, valeurs arbitrées pour 1912. **Pér. 107**

INTERNATIONAL CATALOGUE OF SCIENTIFIC LITERATURE. — **B. Mechanics.** Eleventh annual issue. (Ms received dec. 1911-dec. 1912). Paris, Gauthier-Villars. **Pér. 317**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LV, part 2, 1913. **Pér. 222**

AMERICAN CERAMIC SOCIETY. — **Transactions.** Vol. XV, 1913. **Pér. 288**

L'Agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE

DU 30 JANVIER 1914

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES

POUR L'ANNÉE 1913

PRÉSIDENCE DE M. L. LINDET

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Le fauteuil de la présidence est occupé par M. L. Lindet, *président* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. A ses côtés siègent MM. Baclé, Berthelot, Larivière et Sauvage, *vice-présidents*, MM. Toulon et Hitier, *secrétaires* et M. Coanet, président de la Société industrielle de l'Est.

DISCOURS DE M. L. LINDET

Mesdames, Messieurs et chers Collègues,

Quand, au début de l'année, et à l'occasion de la distribution des récompenses, notre Société se réunit en séance solennelle, elle demande à son Président de jeter un regard sur l'étape parcourue, de lui rappeler ce qu'elle a fait, de lui dire si elle aurait pu faire davantage, en sorte que le discours du Président ressemble fort à l'examen de conscience d'une Société qui se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recueille; mais je m'empresse d'ajouter que cet examen, loin de nous écraser de remords, ou même d'éveiller nos scrupules, peut, cette année, nous procurer la satisfaction intérieure qui est la récompense de tout effort désintéressé.

Ce sentiment d'estime personnelle ne doit pas cependant nous amollir et provoquer inconsciemment la détente de notre action; se reposer, c'est mourir un peu, et notre Société n'a pas le droit de mourir, tant que l'Humanité demandera à l'Industrie ses moyens de vivre.

I. — Le succès d'une collectivité comme la nôtre dépend au premier chef de la compétence de ses membres et de leur activité. Interrogeons donc chacun de nos Comités et aussi notre Bureau sur le rôle qu'ils ont joué dans l'accomplissement d'une œuvre commune.

Les inventeurs, les hommes d'étude, les écrivains scientifiques, par leurs découvertes, leurs mémoires ou leurs livres, n'ont pas laissé chômer nos Comités. Mais il ne faut pas, en considérant le nombre relativement restreint de travaux qui paraissent dans notre Bulletin ou à nos séances, mesurer l'effort de nos Comités. Ces travaux sont discutés et sélectionnés par eux et il faut souvent plus de temps pour examiner une invention sans avenir ou un mémoire sans mérite que pour juger l'une ou l'autre digne d'être recommandé par notre Société.

Dans cet ordre d'idées la responsabilité des Comités est plus ou moins absolue, suivant la forme qu'elle revêt. Le rapport, fait par l'un de ses membres, est la forme qui engage le plus le Comité; c'est également la plus réfléchie et la plus discutée.

Le Comité des Arts mécaniques a apposé ainsi sa signature sous les rapports de M. Lecornu (Travaux de M. Canovetti sur la Résistance au mouvement des corps dans l'air); — de M. Masson (Bascule automatique « Æquitas », — Dispositif Martin-Mayeur de remontage automatique des horloges, — Élasticimètre de MM. Chéneveau et Heim, — Ouvrage sur les appareils d'intégration de M. de Morin); — de M. Sauvage (Ouvrage sur les appareils de levage de M. Rousselet); — de M. Terré (Éjectair de M. Delaporte).

Le Comité des Arts chimiques a été le plus consulté, parce qu'il s'adresse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à des spécialisations plus variées. Il a approuvé les rapports de M. Baclé (Travaux et publications techniques de M. Chômienne) ; — de M. Guillet (Études métallurgiques de M. Portevin) ; — de M. Haller (Recherches sur l'acéto-cellulose, de MM. Clément et Rivière) ; — de M. Livache (Recherches sur l'ocre, de MM. Sirot et Joret) ; — Peinture au « Zinox » de M. Petit) ; — de M. Petitpont (Études sur les taches de sel ; sur la désinfection des peaux charbonneuses, du Dr Abt) ; — de M. Trillat (Élasticimètre, de MM. Chéneveau et Heim) ; — Etudes sur les cuirs, les caoutchoucs, les charbons, la métallisation, du Capitaine Nicolardot.

Le Comité des Arts économiques a enregistré les rapports de M. Berthelot (L'œuvre du Commandant Roche, Directeur de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique) ; — de M. Féry (Interféromètre et épidiascope Zeiss ; — Insectoscope de M. Pierre Marié) ; — de M. Hillairet (Olisthographe de M. Andrault) ; — du Lt-Colonel Renard (Travaux de météorologie de M. Eiffel et de M. Goutereau).

Le Comité d'Agriculture a adopté les rapports de M. Hitier (Monographie du Haut-Tell tunisien, de M. Monchicourt) ; — de M. Lindet (Excavateur à superphosphates de M. Wenk, — Cours de rouissage de M. Durand) ; — de M. Müntz (Chimie agricole de M. André) ; — de M. Schribaux (Insectes nuisibles des plantes cultivées, de M. Georges Truffaut).

Le Comité des Constructions et Beaux-Arts a fait siens les rapports de M. d'Allemagne (Appareil pour plongées de M. Fernez) ; — de M. Hachette (Cinématographe en couleurs, de M. Gaumont) ; — de M. Moreau (Appareils accélérateurs pour le tirage des cheminées, de M. Bos) ; — de M. de Ribes-Christofle (Appareils C. A. D. pour la transmission à distance, de M. Herzmark).

Le Comité de Commerce a rarement à examiner ce qui constitue, à proprement parler, une invention ; son champ d'études n'en est pas pour cela limité : nous devons à son Président, M. Gruner, un remarquable rapport sur les services qu'a rendus, au point de vue technique et social, la Société industrielle de l'Est, rapport à la suite duquel notre Conseil n'a pas hésité à décerner à cette Société notre grande médaille annuelle, à l'effigie de Chaptal, notre premier Président.

C'est encore après une sélection, exercée par la Commission du Bul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

letin, où chacun des Comités techniques est représenté, que sont admis dans notre organe les mémoires et les notes qui n'ont pas reçu le contrôle direct de ces Comités.

En dehors des communications faites en séance, par les membres du Conseil eux-mêmes, M. Maurice Leblanc, du Comité des Arts mécaniques, M. Delloye, du Comité des Arts chimiques, M. Toulon, du Comité des Arts économiques, MM. Dybowski, Hitier, Ringelmann et Vincey, du Comité d'Agriculture, M. Alfassa, du Comité de Commerce, de M. Lemaire, notre agent général, il convient que je cite celles de MM. Dr Abt, G. Adam, P. Adam, Ancel, Ballu, Belin, Benker et Millberg, Billon-Daguerre, Chaumonot, Clément et Rivière, Delaporte, Gallois. Gaumont, Granger, Harms et Magnin, Hinard, Landry, Leclerc, Prof. P. Marchall, de l'Institut, Marié, Prof. Matignon, du Collège de France, Munié, Capitaine Nicolardot, Marc Perret, Picard, Portevin, Robin, Rolland et Mauclère, Schoen, Sirot et Joret, Valette, Valette et Féret.

Notre Bulletin renferme encore, sous la rubrique de « Notes », le compte rendu de travaux qui peuvent avoir été publiés ailleurs que dans notre Société; la valeur scientifique des rédacteurs de ces notes MM. Hitier, Ringelmann, Alfassa, Garçon, Schubert, Couturaud, Captier, Delombre et Renard, notes dans l'établissement desquelles les Comités interviennent d'une façon plus ou moins directe, est là encore une garantie de leur sélection.

En dehors de la séance solennelle des récompenses, notre Conseil a tenu seize séances publiques, au cours desquelles trente-deux communications ont été faites. Nous y avons compté, y compris les membres du Conseil, 1 326 auditeurs, ce qui représente, en moyenne, plus de 80 auditeurs par séance. Ce chiffre a été rarement atteint, les années précédentes, et il est dû à l'intérêt présenté par ces communications, à la valeur des orateurs, à l'activité et à la compétence de notre agent général, M. Lemaire, qui, bien souvent, a su les solliciter.

Chaque fois que nous nous sommes trouvés à même de montrer l'application technique des inventions décrites au cours de nos séances, nous avons invité les membres de notre Société à se déplacer, et c'est ainsi que nous avons pu visiter en groupes les magasins centraux d'hydrocarbures de la Compagnie générale des Omnibus et les appareils de manutention de MM. Mauclère et Rolland, à Saint-Ouen, le dépôt des automobiles de place

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et les appareils de manutention de MM. Martini et Huneke, à Levallois-Perret, les soutes à hydrocarbures, les systèmes de protection de M. G. Adam, et les moteurs Diesel, au magasin du Bon Marché, assister aux expériences relatives à la fixation de l'azote atmosphérique à l'état d'azoture d'aluminium, faites par M. le professeur Matignon au Collège de France. Nous comptons cette année, dès que la saison sera plus favorable, renouveler ces visites industrielles.

Nos statuts imposent à nos Comités de recruter eux-mêmes leurs membres, quand la démission ou la mort viennent à les décimer, devoir rendu moins pénible par la satisfaction d'y appeler des hommes dont ils ont apprécié depuis longtemps les mérites et la compétence. Au Comité des Arts mécaniques, MM. Terré et M. Dantzer remplacent M. Brull et M. Imbs; au Comité des Arts chimiques, M. Lœbnitz remplace M. Verneuil; au Comité des Constructions et Beaux-Arts, M. Bonnet et M. Hachette, remplacent M. Pillet et M. Pector; au Comité de Commerce, M. F. Roy succède à son père, et M. Pierre Richemond à M. Charles Lavollée.

Nos Comités ont nommé également de nouveaux correspondants : M. Schubert (Comité des Arts mécaniques), MM. Arnould, Legouez et Guillaume (Comité des Arts économiques), M. Couturaud (Comité des Constructions et Beaux-Arts) et M. Thillaye (Comité de Commerce).

Enfin notre Société a su appeler à elle de nombreux adhérents; le mérite se partage entre ceux qui ont bien voulu nous faire confiance et ceux qui ont pris la peine de les solliciter, et parmi eux, je me fais un plaisir de remercier particulièrement M. Petitpont, M. le Capitaine Nicolardot et M. Livache qui ont montré, dans ces sortes de démarches, toujours délicates, le zèle et la puissance persuasive de véritables apôtres.

Nous avons reçu, en effet, cette année, cent soixante-dix membres nouveaux dont un membre perpétuel et six membres à vie, chiffre qui dépasse de beaucoup celui des années précédentes.

Parmi eux, nous comptons dix-neuf Syndicats, et je suis heureux de dire à leurs présidents que, si nous les avons sollicités, c'est pour qu'ils nous soumettent, comme l'ont fait d'ailleurs déjà le Syndicat général des Cuirs et Peaux de France et le Syndicat des Imprimeurs en Taille-douce, les questions qui intéressent leurs corporations et sur lesquelles nous pourrions appeler l'attention des chercheurs, en attachant, au besoin, à leur étude, une subvention dont le montant serait à discuter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En dehors de ces Syndicats, nous comptons parmi nos nouveaux membres, plus de vingt collectivités, Compagnies, Sociétés anonymes, Écoles, Chambres de commerce, en sorte que, si, comme le font certains journaux pour faire valoir leur importance, nous cherchons à calculer le nombre de personnes entre les mains desquelles se trouve notre Bulletin, nous constatons que le nombre de nos lecteurs est supérieur à celui de nos membres inscrits.

J'ai cherché à grouper ces nouveaux membres suivant la nature des occupations auxquelles ils s'adonnent et voici, à titre d'indication, les résultats obtenus.

Industrie de la tannerie	49
Ingénieurs, constructeurs	34
Industrie métallurgique	18
Agriculture, industries agricoles et alimentaires	15
Industrie des produits chimiques et pharmaceutiques	12
Industrie physique et électrique	11
Industrie du gaz, du pétrole, des combustibles	9
Commerce et économie sociale	8
Industrie du caoutchouc, des huiles, savons, vernis	7
Industrie céramique	7
Total	170

Ce nombre croissant de nos membres n'est pas, pour nous, un sujet de vanité; il représente un nouvel élément de force et de travail; leurs cotisations nous permettent d'étendre davantage notre influence et nos services. Qu'ils soient les bienvenus parmi nous et qu'ils veuillent bien considérer l'œuvre à laquelle ils collaborent. En lisant notre Bulletin ou en assistant à nos séances, peut-être jugeront-ils médiocre le profit qu'ils en tirent, mais ils auront la satisfaction de penser que leur contribution pécuniaire profite à d'autres.

II. — Les nombreuses compétences que nous rencontrons dans nos Comités et parmi les membres de notre Société, si variées qu'elles embrassent toutes les branches du développement industriel, l'activité de notre Bureau et de nos Comités assurent bien la marche en avant de notre Société. Mais ces qualités seraient frappées de stérilité si elles n'étaient soutenues par nos ressources financières, et c'est à ce point de vue que mon devoir est d'examiner ce que celles-ci nous ont apporté cette année.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société s'est récemment rendue acquéreur d'un immeuble portant le n° 15 de la rue Saint-Benoît, qui formait enclave dans le terrain occupé par son hôtel. Nos revenus ne seront pas changés de ce fait ; mais le terrain, maintenant équarri, en bordure de trois voies publiques, représente déjà, pour nous, un capital plus élevé. Quand les baux en cours arriveront à expiration, le Conseil décidera comment ce nouvel immeuble devra être utilisé pour l'agrandissement de nos services.

Les dépenses engagées cette année ont été exceptionnellement lourdes. L'installation de nos locaux au premier étage de notre hôtel et le déplacement, qui en a été la conséquence, du siège du Comité central des Chambres syndicales et du siège de la Société de Protection des Apprentis, le remplacement de nos deux chaudières du chauffage central, et enfin la reprise en sous-œuvre d'un mur mitoyen vont peser gravement sur nos finances. Toutes nos dispositions sont prises pour que ces dépenses faites par la Société, considérée comme propriétaire, ne compromettent pas celles que, comme Société d'Encouragement, elle doit mettre à la disposition des inventeurs, des chercheurs et des lecteurs du Bulletin.

La Société n'en a pas moins, en effet, cette année, engagé, sous forme de subventions pour travaux, la somme de 17 800 f, sous forme d'annuités de brevets la somme de 1 855 f, sous forme de secours aux inventeurs et aux ouvriers malheureux de l'industrie la somme de 6 297 f. Je ne parle pas du prix des médailles que nous allons tout à l'heure distribuer : quand on invite quelqu'un à prendre part à une fête, il est de mauvais goût de lui dire ce que cette fête a pu coûter.

Notre Société est entrée en jouissance du legs de 100 000 f dont le grand savant métallurgiste Osmond a eu la générosité de la doter; nous considérons comme un devoir de consacrer les premiers revenus de ce legs à publier les œuvres complètes de notre regretté collègue; le jour où cette publication sera achevée, les revenus du legs Osmond rentreront dans les fonds généraux et seront affectés aux subventions.

Le capital dont nous disposons n'est pas seulement représenté par notre immeuble et nos valeurs en portefeuille; il convient d'y faire figurer notre Bibliothèque qui grossit chaque jour; une bibliothèque est le guide ou l'aide-mémoire de tout travailleur et doit être considérée comme un procédé d'encouragement au travail, au même titre que nos subventions pécuniaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre Bibliothèque s'est enrichie, cette année, de 394 ouvrages nouveaux et des volumes annuels appartenant à 432 publications périodiques distinctes. Grâce à l'activité de notre Bibliothécaire, M. Jules Garçon, elle devient peu à peu la bibliothèque la plus riche en ouvrages techniques; le nombre de lecteurs, qui s'accroît chaque année, et qui, cette année, a atteint 3 290, en justifie la réputation. Les inconvénients qui résultent d'un emplacement que l'apport de nouveaux livres rend, chaque jour, plus restreint, nous obligeront certainement, dans un avenir prochain, à agrandir ce service.

III. — Dans l'œuvre que nous poursuivons, nous avons la satisfaction de nous voir soutenus par la considération qui s'attache à toute personne ayant longtemps vécu et dont l'activité a été uniquement consacrée aux choses utiles. De nombreuses associations scientifiques et techniques, la Société chimique de France, la Société des Ingénieurs civils, l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie, l'Association des Chimistes de l'Industrie textile, la Société technique de Fonderie, la Société des Chimistes-experts, la Ligue nationale aérienne, l'Association des anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers, le Syndicat de l'Industrie du Papier, le Comité central des Chambres syndicales, etc., ont tenu à honneur que la Société d'Encouragement fût représentée à leurs séances solennelles par son Président. Partout j'ai reçu un accueil si plein d'égards que je me serais volontiers laissé entraîner au péché d'orgueil, si un bon génie ne m'avait constamment soufflé que je n'étais là que le porte-parole d'un grand organisme respecté pour son âge, estimé pour les services qu'il a rendus.

Dans le même ordre d'idées notre Société a été appelée à participer au Congrès mondial des Associations internationales, tenu cet été à Gand et à Bruxelles. Notre Conseil a délégué le Général Sebert, M. Toulon et M. Hillairet, qui ont pris une part active dans les discussions relatives à la « standardisation » et ont fait admettre, à une grande majorité, que les types, dont la création doit se multiplier pour les besoins industriels, ne peuvent être établis que sur les bases du système métrique.

D'autre part, M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie a bien voulu consulter officiellement la Société sur un projet de loi et un projet de règlement d'administration publique, relatifs à l'adoption de nouvelles unités de force, d'énergie, de puissance, de pression, de lumière, etc. Nous avons réuni une Commission, qui a approuvé, dans ses grandes lignes, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

projets ministériels, tout en faisant des réserves sur certains points. Cette consultation a été adressée au Ministre, et des indiscrétions me permettent de dire qu'elle a été très appréciée.

IV. — Au moment où cet examen de conscience, que j'évoquais au début donne à chacun de nous la satisfaction d'avoir agi pour le succès de l'œuvre commune, nous pensons à ceux que nous avons perdus, et dont la collaboration vient à peine de cesser pour nous. C'est donc un devoir qui m'incombe que de marquer la place que chacun d'eux occupait dans notre vie collective, dans la Science et dans l'Industrie, dont ils étaient parmi nous les représentants.

Notre Société a perdu huit de ses membres : **M. Engel**, ancien vice-président de la Société industrielle de Mulhouse ; — **M. Dwelshauvers-Dery**, membre correspondant du Comité des Arts mécaniques, ancien professeur à l'Université de Liége ; — **M. Froment-Meurice**, le délicat artiste d'orfèvrerie, dont la notoriété est universelle ; — **M. Henri Menier** qui a montré, tant dans l'industrie du caoutchouc et des câbles électriques, de la sucrerie et de la chocolaterie, que dans les œuvres des cités ouvrières et dans la colonisation de sa grande île canadienne d'Anticosti, les plus hautes qualités dont peut être revêtu un grand industriel, quand il est doublé d'un homme de cœur ; — **M. Bernard**, président de la Société des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin ; — **M. Victor Luc**, tanneur à Nancy, qui, avec son frère et associé, a été le promoteur du mouvement scientifique qui se dessine aujourd'hui dans l'art du tanneur ; les nombreuses adhésions amenées depuis par M. Petitpont viennent confirmer ce que MM. Luc frères avaient prévu.

Notre Conseil a été spécialement éprouvé dans la personne de deux de ses membres : Auguste Verneuil, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, membre du Comité des Arts chimiques, et M. Charles Lavollée, doyen et vice-président honoraire de notre Société, membre du Comité de Commerce.

Auguste Verneuil faisait partie de notre Conseil depuis cinq ans ; sa compétence en matière de céramique et de verrerie, déjà incontestée, devait s'affirmer davantage, quand, après la mort de notre regretté col-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lègue, de Luynes, il fut appelé à lui succéder, en 1905, dans sa chaire du Conservatoire des Arts et Métiers; il put alors se dégager d'autres préoccupations matérielles et scientifiques, pour se consacrer à l'étude des questions dont il devint, en 1908, le conseil autorisé, dans le Comité des Arts chimiques.

Notre Vice-Président, M. Baclé, a consacré à son éloge, dans la séance du 9 mai dernier, une page éloquente, où il nous montre la précision, le sens critique et la sûreté de son jugement. Verneuil ne fut pas seulement le savant de laboratoire qui nous a laissé de remarquables travaux sur les composés organiques du sélénium, la séléniourée et les séléniocyanates, sur les sulfures phosphorescents, sur les terres rares, sur la reproduction du rubis et du saphir; il a aussi, pendant de longues années, abordé les problèmes industriels : conseil de la maison Feil, Parra, Mantois et C^ie^, il a, dans la préparation des verres d'optique, dans la fabrication industrielle des rubis, établi de nombreux faits qui resteront encore longtemps secrets; nous devons accepter qu'ils ne soient pas inscrits à l'index bibliographique de ses travaux scientifiques, comme il l'acceptait lui-même; car ils contribuent à assurer la supériorité de l'une de nos plus belles industries françaises.

Par un contraste singulier, la mort, qui nous avait enlevé Verneuil, à l'âge de 57 ans, sans lui laisser terminer une carrière dont les hasards de la vie avait trop retardé le couronnement, sans lui permettre de nous donner, pendant de longues années, ses conseils autorisés, la mort se réservait, pour sa plus prochaine cruauté, la personne vénérée de notre doyen.

Charles Lavollée était entré au Comité de Commerce en 1864 et il mourait à 89 ans, ayant rempli les fonctions les plus diverses et ayant partout mis ses connaissances et sa grande capacité de travail au service des intérêts économiques et sociaux.

Il y a des hommes dont toute la carrière se résume par une épithète, parce que, fidèles aux études qu'ils ont entreprises pendant leur jeunesse, ils sont restés, toute leur vie, économistes, ingénieurs, chimistes ou physiciens. Ceux qui modifient, au cours des étapes de leur existence, la direction que leurs goûts ou quelquefois le hasard leur ont fait suivre, échappent au désir instinctif qui est en nous de cataloguer les individus suivant leurs professions; et cependant nous devons admirer la souplesse d'esprit qu'ils possèdent et qui leur a permis de s'adapter aux occupations les plus diverses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre doyen était de ceux-là; il semble que la vie, qui devait cependant lui être généreuse, ait été trop étroite pour satisfaire toutes ses aspirations.

Dernier représentant de la Mission qui, en 1844, fut envoyée en Chine, sous la direction de M. de Lagrenée, et qui aboutit à l'ouverture de cinq ports au commerce européen, il se consacra tout d'abord à la carrière administrative, dans l'administration des Douanes, au ministère du Commerce, au ministère de l'Intérieur. Nommé tour à tour administrateur de la Compagnie des Omnibus, administrateur de la Société des Petites Voitures, préfet des Hautes-Alpes, il sut dérober à ses occupations administratives le temps d'acquérir la plus haute compétence dans les questions relatives à la législation des brevets, à la protection et à l'instruction des apprentis, à la participation des ouvriers aux bénéfices, aux accidents du travail, à l'hygiène des ateliers, à l'installation des maisons ouvrières. Ses nombreux rapports parus dans notre Bulletin de 1865 à 1892, ses nombreux articles destinés à la *Revue des Deux Mondes* et à diverses revues économiques, montrent une remarquable facilité d'assimilation, une étendue considérable de connaissances et une science impeccable dans l'art d'écrire.

Quand le doyen d'une Société comme la nôtre vient à disparaître, vieilli dans la sérénité que donne la conscience du devoir accompli, ceux qui le suivent ne peuvent que s'incliner devant la loi fatale de la mort. On n'entend plus, autour de son cercueil, ces accents de surprise et de révolte qui accompagnent la dépouille mortelle de ceux qu'elle a frappés avant qu'ils aient pu accomplir leur œuvre; ce ne sont plus que signes de consternation et de mélancolie, ainsi que devant le chef de famille disparu.

Nos morts ont passé; faisons de leur souvenir et de leur exemple la discipline de notre esprit; travaillons au développement de la science industrielle comme s'ils ne nous avaient rien laissé; un poète allemand a dit : « Ce que tu as hérité de tes pères, acquiers-le pour le posséder. » Et quand nous l'aurons possédé et légué à nos successeurs, ceux-là, à leur tour, l'oublieront, ou, tout au moins, s'ils trouvent, chemin faisant, dans les efforts de leurs devanciers, le souvenir de vérités scientifiques inexploitées, ils en poursuivront l'application pour assurer la prospérité industrielle et le soulagement de l'Humanité. Ce sont là des idées qu'un grand orateur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Raymond Poincaré, exprimait dernièrement, avec l'autorité que lui donnent ses hautes fonctions, devant la Faculté des Sciences de Toulouse : « Si la vérité doit être aimée pour elle-même, et si c'est l'honneur du savant de la poursuivre sans préoccupation d'utilité, souhaitons qu'après l'avoir atteinte, il ne l'emprisonne pas avec lui dans le silence et la solitude. La Science qui se retrancherait de l'Humanité se condamnerait à la stérilité et se dessécherait dans l'abstraction. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS RELATIFS AUX RÉCOMPENSES

DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1913

PRIX SPÉCIAUX

GRANDE MÉDAILLE D'OR A L'EFFIGIE DE CHAPTAL

décernée à la **Société industrielle de l'Est** (Nancy).

Rapport présenté, au nom du Comité de Commerce, par M. GRUNER, président du Comité de Commerce, ancien président de la Société d'Encouragement.

Jeune encore, car sa création ne remonte qu'à l'année 1883, la Société industrielle de l'Est a pris dans ces dernières années un essor des plus remarquables et a exercé une influence prépondérante sur le magnifique développement de la Lorraine française.

Digne émule de la Société industrielle de Mulhouse que notre Société couronnait il y a six ans, la Société industrielle de l'Est a pu, en rapprochant pour un commun effort, savants et industriels, économistes et financiers, administrateurs et ingénieurs, grouper plus d'un millier de bonnes volontés dans un commun désir de progrès incessant.

Dirigée par des personnalités qu'aucune difficulté ne rebute, qu'aucune nouveauté n'effraye, pour qui le dévouement au bien commun est plus qu'un devoir, est une jouissance, cette Société a sans cesse étendu son champ d'action.

Elle a su intéresser à son œuvre les maîtres les plus éminents de l'Université de Nancy et les amener à collaborer directement par leurs travaux au développement industriel, à l'épanouissement économique de cette petite patrie, d'autant plus chère qu'elle est un glacis sans cesse menacé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société industrielle de l'Est s'est préoccupée de former cet état-major, instruit de toutes les nouveautés, sans lequel aucune industrie ne saurait prospérer, d'élever le niveau de l'ouvrier en lui apportant une instruction à la fois pratique et méthodiquement progressive, en donnant à la femme une instruction ménagère qui rende le foyer plus hospitalier, et en leur assurant à tous deux, par la construction de maisons claires et gaies, un *home* qu'ils ne soient pas tentés de déserter.

Elle a évoqué les grandes questions qui se sont posées dans la région, et les a imposées à l'attention, même des plus timorés.

De hardies généralisations géologiques faisaient entrevoir la possibilité de l'extension du terrain houiller sous la Lorraine; mais lès recherches étaient jusqu'alors insuffisamment coordonnées. A l'appel de la Société industrielle, les hommes d'initiative se groupaient, les capitaux prenaient confiance, une campagne méthodique de sondages était entreprise, et la houille était atteinte en plusieurs points. Pour ne parler que de celui qui n'est plus, honneur à M. de Lespinats, le savant ingénieur qui donna une impulsion décisive à cette campagne de recherches.

Pour se développer, c'était trop souvent au delà des frontières que nos industries devaient aller chercher chimistes, électriciens et constructeurs mécaniciens. Il a suffi que l'insuffisance des moyens d'action de nos facultés pour la formation d'un état-major technique fût nettement mise en évidence par quelques maîtres éminents, dont l'un en particulier, depuis sa rentrée à Paris, honore de son concours notre Société, pour qu'aussitôt la Société industrielle fît siennes ces préoccupations, et recueillît, parmi ses membres: en 1907, 120000 f au profit de l'Institut de Mécanique appliquée; en 1911, 103000 f en faveur de l'Institut et du Musée de Géologie; et pour que chaque année elle subventionnât largement l'Institut chimique.

Le projet d'une exposition régionale avait été lancé ; la réalisation semblait difficile. La Société industrielle comprit la portée de cette idée de montrer, sous les ombrages d'un beau parc, à la porte de Nancy, ce qu'était jadis et ce qu'est devenue l'industrie lorraine.

Vous savez tous avec quel goût et quelle ampleur toutes les industries régionales ont répondu à l'appel: Daum et Gallé, Baccarat et Saint-Louis, Majorel et Berger-Levrault, ont égayé l'œil et charmé le connaisseur le plus averti, tandis que mineurs, métallurgistes, constructeurs et mécaniciens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prouvaient que, pour être relativement nouvelles, les grandes industries métallurgiques de la région n'en étaient que plus perfectionnées.

Les riantes maisons ouvrières, dont les projets étaient inspirés par la Société industrielle, et que saluait en passant le visiteur surpris et charmé, c'est par centaines, par milliers, qu'il les rencontrerait maintenant s'il poursuivait ses pérégrinations dans la banlieue des villes lorraines, autour de Nancy, de Lunéville, de Longwy, et dans ce pays de Briey, si déshérité il y a dix ans encore.

Trop longtemps a manqué la préoccupation d'une instruction pratique de la fille de l'ouvrier pour en faire une femme débrouillarde, sachant tenir un ménage, soigner son linge, préparer économiquement des repas sains et nourrissants; quelques-uns l'ont compris à la Société industrielle de l'Est, et l'École ménagère, qui est ouverte depuis deux ans dans les dépendances mêmes du siège social de la Société, a déjà prouvé à quel besoin elle répondait.

Une des caractéristiques de la Société industrielle de l'Est est son union et sa collaboration intime avec la Chambre de Commerce de Nancy, d'une part, et l'Université, d'autre part.

Aucun antagonisme entre ces trois organismes; mais bien, au contraire, une constante collaboration pour l'étude des besoins, pour la recherche des méthodes et pour l'exécution des œuvres reconnues nécessaires.

Pour les conférences qu'elle organise chaque hiver, la Société industrielle ne fait jamais en vain appel aux professeurs des différentes facultés, aux ingénieurs, aux médecins, aux industriels; et chaque année quelques personnalités éminentes de Paris ou d'autres centres considèrent comme un honneur pour elles de venir parler devant un public d'élite.

Des cours de comptabilité, de sténographie, de banque, de droit usuel, de transport par chemins de fer, groupent chaque hiver de jeunes employés en grand nombre.

Bien loin de ne s'intéresser qu'aux jeunes gens qu'elle forme elle-même, la Société industrielle, par une série de prix et de médailles qu'elle met à la disposition des établissements publics, récompense les meilleurs élèves des divers instituts, des écoles professionnelles et de commerce, et de divers cours d'apprentissage.

Chaque année aussi la Société industrielle récompense de nombreux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvriers par des médailles, distribuées en une grande fête solennelle, qu'honorent de leur présence toutes les autorités du département.

Ce que peut gagner un industriel, un commerçant à une bonne organisation de son bureau, quelques membres de la Société industrielle l'ont fait apparaître à l'esprit pratique de leurs collègues, et aussitôt était organisée avec plein succès, il y a deux ans, une Exposition du Bureau moderne.

Les effets désastreux d'une agglomération urbaine réalisée au hasard des fantaisies de chaque propriétaire, sans plan préalable, sans préoccupation des nécessités de l'hygiène et de la vicinalité, apparaissent chaque jour avec plus d'évidence. Mais que faire? Comment y remédier? Ici encore la Société industrielle a pris une initiative hardie. Avec le concours de la Chambre de Commerce, elle organisait, l'an dernier, une exposition de la « Cité moderne » qui ne restera pas une vaine et éphémère constatation de ce qui a été réalisé ailleurs, mais donne le programme de ce que pourra faire une ville dont la municipalité comprend son rôle. Il ne faudra sans doute pas attendre longtemps pour que le plus grand Nancy soit digne de la belle et élégante petite cité de Stanislas.

C'est encore la Société industrielle qui a joué un rôle prépondérant dans la création de l'Institut commercial de l'Université de Nancy. La Société industrielle considérait comme indispensable de créer en France un organisme d'enseignement supérieur préparant, pour les établissements commerciaux et industriels, non plus des spécialistes, mais des chefs, experts dans la conduite des hommes, sachant organiser les rouages multiples et compliqués des industries, pouvant, en un mot, être les chefs exigés par la complexité des entreprises modernes.

C'est ainsi qu'elle a créé cet Institut, en collaboration avec l'Université de Nancy et la Chambre de Commerce, qui continuent, dans le Conseil d'Administration de l'Institut, à assurer, d'un commun accord, la souplesse des programmes et leur adaptation constante aux besoins de l'industrie.

Par une société aussi vivante, aussi ardemment éprise de toutes les grandes et nobles aspirations, la grande médaille d'or à l'effigie de Chaptal que votre Société avait à attribuer cette année, était bien justement méritée; votre Comité de Commerce et notre Société tout entière n'ont pas hésité dans leur choix.

Puisse cette médaille, remise par notre vieille Société à sa jeune émule, être pour elle un encouragement à faire encore plus et mieux dans l'avenir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLE D'OR GRAND MODULE

décernée à **M. Paul Nicolardot.**

Rapport présenté, au nom du Comité des Arts chimiques, par M. TRILLAT.

Les travaux de M. le capitaine Nicolardot, Chef du Laboratoire de Chimie de la Section technique de l'Artillerie, sont d'ordres très divers : il s'est occupé de la création et du perfectionnement de méthodes analytiques se rapportant à l'industrie métallurgique ; il a fait des études ayant trait au vanadium, au tungstène, au wolfram, aux dépôts électriques, aux divers procédés de métallisation. Il a également étudié l'altération des poudres et cherché à éclairer toute une série de questions se rapportant à l'industrie du tannage des peaux. Enfin il a inauguré un enseignement nouveau qui est celui de l'exécution des cahiers des charges.

Résumons très rapidement dans cet ordre les travaux de M. Nicolardot.

Dans les diverses méthodes analytiques proposées par l'auteur il s'est efforcé, par un choix approprié de réactifs et de tours de main ingénieux, de rendre possible l'exécution simultanée de plusieurs analyses, ce qui a permis aux industriels de faire, dans un laps de temps très court, un grand nombre de dosages.

Il a utilisé l'emploi des sels de mercure pour les analyses qualitatives et quantitatives de l'aluminium dont il a étudié d'autre part les altérations, comme membre de la Commission militaire de l'Aluminium.

Grâce à un nouvel appareil, il est arrivé à doser volumétriquement l'hydrogène dégagé dans l'attaque des aluminiums commerciaux, et par suite, à en déterminer la teneur en alumine.

M. Nicolardot s'est attaché à l'étude spéciale du vanadium et du tungstène. Après avoir exposé la situation de l'industrie de ces métaux dans deux ouvrages parus, l'un dans l'Encyclopédie des « Aide-mémoire » Léauté, l'autre dans l'Encyclopédie scientifique, il s'est livré à des recherches sur les carbures de vanadium, ayant pour but de montrer à quel état se trouvait le vanadium dans les aciers pauvres ou riches en carbone et sous quelle orme il convenait de l'y introduire : quelle était l'influence d'un excès de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carbone sur la séparation du vanadium à l'état de carbure. Il a montré aussi la différence qui existait entre les ferro-vanadiums obtenus par le procédé électrolytique et ceux obtenus par l'alumino-thermie : l'industrie, d'après l'auteur, aurait déjà utilisé ces observations.

La méthode d'attaque du wolfram par les alcalis en fusion, indiquée comme méthode analytique par M. Nicolardot, est devenue un procédé industriel. Il a eu l'idée ingénieuse, dans l'industrie des filaments pour lampes électriques, de laminer les filaments avec les laminoirs employés par les guimpiers.

Un examen méthodique des procédés utilisés pour le dosage de l'eau et des matières volatiles dans le charbon a permis à M. Nicolardot de mettre en évidence l'influence, peu connue jusqu'alors, de certains facteurs tels que la dimension et la grosseur des grains.

Pour le dosage du soufre dans les carburants et la détermination du pouvoir calorifique, il a proposé l'emploi d'ampoules avec platinite et a imaginé une bombe à grande capacité.

Dans une étude récente sur les dépôts électriques, il s'est occupé de la formation de couches ondulatoires dont il poursuit l'étude et qui seront probablement de nature à expliquer le rôle de la présence de la gélatine ou de corps organiques utilisés pour augmenter la viscosité ou ralentir la vitesse de dissociation.

Étudiant systématiquement les diverses phases du procédé de métallisation de Schoop, il a montré l'influence de la température, de la pression des gaz et de l'épaisseur du dépôt sur la composition et la résistance de l'enduit métallique : le procédé Schoop lui a suggéré deux applications, l'une se rapportant à la métallisation des hélices d'aéroplanes et l'autre à la cémentation pour protéger, contre l'action des céments, certaines parties du fer doux, déterminées à l'avance.

A propos de l'altération des poudres, il a signalé l'intérêt qu'il y aurait à redissoudre dans l'acétone les nitrates de cellulose à teneur élevée en azote, afin d'en séparer les impuretés et les corps pouvant jouer accidentellement le rôle de catalyseurs susceptibles de provoquer la décomposition.

M. Nicolardot a amélioré les méthodes d'évaluation de l'allongement des cuirs pendant leur traction et, dans ce but, il a créé un nouvel appareil pouvant s'adapter sans difficulté au dynamomètre : cette méthode lui a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déjà permis de préciser les qualités mécaniques de la peau, complétant ainsi les recherches de Boulanger et permettant aussi d'établir plus rationnellement un cahier des charges pour la nouvelle industrie du tannage au chrome.

Enfin, c'est surtout dans la réfection des cahiers des charges que l'œuvre de M. Nicolardot a eu une certaine répercussion sur l'industrie. Pour y arriver, je rappellerai qu'il a dû se mettre en contact avec un grand nombre d'industriels. La réunion de leurs desiderata et de ses propres connaissances lui a permis de créer un enseignement nouveau sur les cahiers des charges, enseignement qui pourra rendre service à beaucoup d'industriels.

Comme on le voit, l'activité de M. Nicolardot s'est manifestée dans une foule de directions. Notons qu'il a été en même temps inventeur et vulgarisateur, théoricien et chimiste industriel, puisqu'une partie de ses travaux ont reçu la sanction de la pratique.

C'est à ce double titre qu'il a droit aux félicitations de la part du Comité des Arts chimiques de la Société d'Encouragement et à l'attribution de notre médaille d'or grand module pour l'ensemble de ses travaux.

PRIX FOURCADE

décerné à **M. Émile Desmadrille.**

Rapport par M. HITIER, *secrétaire.*

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 1 000 f qui est remis chaque année, en assemblée générale publique et solennelle de cette Société, au simple ouvrier des exposants de la classe 47 qui a le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.

La Société d'Encouragement décerne en 1913 le prix Fourcade à M. **Émile Desmadrille.**

Né en 1839, cet ouvrier est entré dans les établissements Kuhlmann, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Loos, le 28 mars 1859 ; par conséquent, actuellement, il y compte bien près de cinquante-cinq ans de présence.

Il n'a pas quitté l'usine de Loos ; successivement ajusteur, puis conducteur de la machine motrice principale de l'usine pendant plus de 23 ans, M. Desmadrille a toujours rempli à la plus grande satisfaction de ses directeurs les différentes fonctions qui lui ont été données.

Lorsque, dans son propre intérêt, par suite de la fatigue que lui imposait le travail de nuit, M. Desmadrille fut déchargé de la conduite de la machine, il en éprouva une peine réelle ; mais aujourd'hui, retourné à l'atelier d'ajustage il étonne encore ses camarades d'atelier par sa verdeur, sa bonne humeur et son activité au travail.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale est heureuse de pouvoir attribuer ce soir le prix Fourcade à M. Émile Desmadrille.

MÉDAILLES J.-B. DUMAS POUR 1913

décernées à **M. A.-F. Marxer** et à **M. Louis Marétheux**.

La médaille J.-B. Dumas a été instituée en 1897, par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, en faveur des ouvriers qui, sans quitter les ateliers, se sont peu à peu élevés jusqu'au rang de directeur d'usine ou de chef d'un atelier important dans un grand établissement agricole ou industriel.

Les deux lauréats, auxquels nous avons l'honneur ce soir de remettre la médaille J.-B. Dumas, remplissent d'une façon parfaite, l'un et l'autre, les conditions posées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

M. **Marxer** (Antoine-François), aujourd'hui chef du service commercial de la Société des Anciens Établissements Weyher et Richemond, né à Strasbourg le 24 février 1852, est le fils d'un ouvrier tisserand. Il fut élevé comme boursier à l'École des Arts et Métiers de Châlons d'où il sortit médaillé en 1870. En juin 1871, il entre comme simple ouvrier ajusteur monteur à la Société centrale de Construction de Machines, plus tard devenue la Société des Anciens établissements Weyher et Richemond. Il s'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signale aussitôt par son intelligence, son travail et sa haute honorabilité. Aussi, en 1877, il y devient contremaître chargé de la surveillance des travaux à l'extérieur.

En 1885, il est désigné comme ingénieur attaché au service commercial; en 1895 enfin, il est nommé chef de ce service, des plus importants et, depuis, il ne cesse, dans ce nouveau poste, de contribuer pour une large part à la prospérité de la maison de ses patrons.

Au fils de l'ouvrier tisserand d'Alsace, à l'ancien ouvrier de 1871, aujourd'hui chef d'un service important dans un de nos plus grands établissements industriels, à celui que les anciens élèves des Écoles nationales des Arts et Métiers choisissaient dernièrement comme vice-président de leur grande association, la Société nationale d'Encouragement pour l'Industrie nationale est heureuse et fière, ce soir, de décerner la médaille J.-B. Dumas.

M. **Louis Maretheux**, aujourd'hui directeur de l'imprimerie Louis Maretheux, dite Imprimerie de la Cour d'Appel, à Paris, a débuté comme apprenti typographe en 1855, il y a 59 ans. Laissez-moi, Mesdames et Messieurs, entrer dans quelques détails sur la vie et la carrière de M. Louis Maretheux; ces détails, je les tiens de quelqu'un qui connaît, de longue date, Louis Maretheux, et que je suis heureux de pouvoir remercier ici ce soir de nous les avoir donnés.

Louis Maretheux est né le 29 octobre 1843 à Lamballe (Côtes-du-Nord). Son père, instituteur, puis directeur de l'École mutuelle de Lamballe, proscrit au 2 décembre 1851, réfugié à Guernesey où il devint professeur de français, plaça son fils aîné Louis, âgé de 12 ans en 1855, dans une imprimerie anglaise comme apprenti typographe.

Deux ans après, Louis Maretheux revint travailler avec son père qui, avec l'aide de Pierre Leroux, avait fondé une petite imprimerie pour la publication d'un journal, *L'Ami des Travailleurs;* Louis Maretheux en fut, à 14 ans, le metteur en pages.

A l'amnistie de 1860, M. Maretheux père rentre en France pour y chercher une situation, après avoir placé son fils Louis dans une imprimerie de Jersey, où, pendant deux années, Louis Maretheux, avec l'aide de son frère, subvint à l'entretien de sa mère et de trois frères et sœurs en bas âge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1862 toute la famille Marétheux revint en France, et Louis Marétheux entra comme ouvrier typographe à l'Imprimerie Carion qu'il quitta en 1864, pour faire son service militaire au 8e bataillon de chasseurs à pied, et où il rentra après sa libération en 1869, ayant gagné au régiment les galons de sergent-major.

C'est à cette époque que se place un incident de la vie de M. Louis Marétheux qui mérite d'être mentionné.

M. Marétheux père parla à son fils Louis du désir qu'il avait de fonder un journal hebdomadaire. Mais l'argent manquait, et la chose n'était possible qu'avec une fabrication économique. Louis Marétheux approuva avec empressement les idées de son père, et c'est ainsi que Louis Marétheux, sa journée de travail terminée à l'Imprimerie Carion, se chargea de composer le soir, à la maison, et de mettre en pages le journal hebdomadaire qui parut sous le titre : « *L'Homme*, organe scientifique, philosophique et littéraire du triple développement physique, intellectuel et moral de l'Humanité. » La mise en pages terminée, Louis Marétheux mettait les formes dans une voiture à bras et les transportait pour le tirage à l'Imprimerie Carion.

Ce journal, dont le premier numéro porte la date du 15 mai 1870, et qui eut l'honneur d'être approuvé par l'illustre Berthelot, ne devait durer que jusqu'en juillet 1870, Louis Marétheux ayant rejoint le 8e bataillon de chasseurs à pied au lendemain de la déclaration de guerre !

Réincorporé comme sergent-major, Louis Marétheux fut bientôt nommé sous-lieutenant; grièvement blessé à Beaugency, le 7 décembre 1870, il reprit du service avant même d'être complètement rétabli, et après la signature de la paix, bien que son temps fût terminé, il voulut rester au service pour suivre son bataillon désigné pour aller réprimer l'insurrection algérienne de 1871.

Très bien noté pour sa belle conduite, très estimé de ses chefs, le jeune sous-lieutenant eût désiré poursuivre sa carrière militaire, mais, son père étant décédé en 1872, Louis Marétheux songea à sa mère restée veuve avec deux enfants qui n'étaient pas encore en état de gagner leur vie, et il donna sa démission pour revenir auprès de sa mère et reprendre son métier de typographe qu'il n'a plus quitté depuis 1872.

Successivement compositeur, puis metteur en pages à l'Imprimerie militaire de Dumaine, il entra en 1878 à l'Imprimerie Chamerot en qualité e sous-prote, et, quelques mois après, il y fut nommé prote; enfin, après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avoir passé cinq ans à l'Imprimerie Chaix, il fut appelé en 1890 par le propriétaire de l'Imprimerie de la Cour d'Appel, en qualité de prote sous-directeur.

Deux ans après, en 1892, l'Imprimerie de la Cour d'Appel ayant été mise en vente, Louis Marétheux fit appel à ses ouvriers, à ses collaborateurs et à ses clients, qui connaissaient tous son passé, son honorabilité et sa compétence, et il n'eut pas de peine à réunir les fonds nécessaires au rachat de l'Imprimerie de la Cour d'Appel et à constituer pour son exploitation une société anonyme, dont les actionnaires étaient exclusivement ses ouvriers, ses collaborateurs et ses clients.

Depuis près de vingt-quatre ans que M. Louis Marétheux la dirige, l'Imprimerie de la Cour d'Appel n'a fait que prospérer de plus en plus : aujourd'hui, elle occupe 150 ouvriers, avec 12 machines, et sans compter de nombreux ouvrages, elle imprime 40 publications périodiques : journaux de médecine parmi lesquels la *Presse médicale*, le *Bulletin de l'Académie de Médecine et de la Société des Hôpitaux*, les *Annales de l'Institut Pasteur*, etc., etc. ; — journaux d'agriculture et d'horticulture, parmi lesquels le *Journal d'Agriculture pratique*, la *Gazette du Village*, la *Revue horticole*, le *Journal de la Société d'Horticulture de France*, etc.; — journaux de droit et de jurisprudence, parmi lesquels le *Journal des Notaires*, le *Recueil des Lois*, etc., et beaucoup d'autres publications artistiques et professionnelles; de telle sorte que les actionnaires de la Société, qui avaient apporté leur concours à Louis Marétheux, surtout par sympathie pour lui, se sont trouvés avoir fait une excellente affaire.

L'Imprimerie de la Cour d'Appel a obtenu une médaille d'argent à l'Exposition universelle de 1900, et des diplômes de grand prix de la collectivité aux expositions de Milan 1906, Bruxelles 1910 et Turin 1911.

Louis Marétheux est officier de l'Instruction publique, chevalier du Mérite agricole, et il a la médaille coloniale avec agrafe (Algérie 1871) et la grande médaille de vermeil de l'Alliance française.

N'y a-t-il pas lieu vraiment de nous féliciter ce soir, Mesdames et Messieurs, que, sur l'initiative de A. Girard, la Société d'Encouragement ait institué la médaille Dumas, puisque cela nous permet d'honorer une vie et une carrière ouvrière et industrielle comme celle de M. Louis Marétheux?

M. Aimé Girard, en vous proposant, en 1897, d'instituer la médaille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J.-B. Dumas en faveur de l'ouvrier qui, sans quitter les ateliers, s'est peu à peu élevé jusqu'au rang de directeur d'usine ou de chef d'un service important dans un grand établissement agricole ou industriel, faisait valoir en ces termes les mérites des candidats à cette médaille :

« Combien grands sont alors les mérites de tels hommes! Simples ouvriers au début, petits apprentis quelquefois, il leur a fallu, utilisant pour leur instruction les heures qu'ils auraient pu consacrer au repos, acquérir au cours du soir la connaissance technique qu'ils n'ont pu aller chercher dans les écoles ; pendant de longues années, ils ont dû se distinguer par leur bonne conduite, par l'ordre et la méthode imprimés à leurs travaux ; leur zèle, leur dévouement à l'établissement auquel ils sont attachés, ont dû être leur règle de tous les jours ; il leur a fallu, enfin, apprendre la science du commandement, bien plus difficile, certes, que la science de l'obéissance. »

A qui ces paroles peuvent-elles mieux s'appliquer qu'à M. Marétheux dont nous venons de vous rappeler en quelques mots la belle carrière?

Aussi en lui décernant la médaille J.-B. Dumas, la Société d'Encouragement aime à citer encore, à son sujet, ces justes observations d'Aimé Girard :

« On admire en vérité que tant de mérites, tant de vertus se trouvent réunis ; on les rencontre cependant chez certains hommes, et leur rencontre est, aujourd'hui surtout, singulièrement réconfortante. Elle nous montre la force et la vitalité de ces idées de démocratie féconde que le peuple, dans son langage pittoresque, a si bien caractérisées en disant que tout soldat a dans sa giberne le bâton du maréchal de France... Tout apprenti a dans sa tête et dans son cœur les outils de sa fortune.

« Quand il a su conquérir cette fortune, le directeur d'usine ou le chef d'un grand service dans un établissement important, est, en réalité, devenu l'un des membres les plus utiles de la société ; c'est l'exemple vivant du progrès intellectuel et moral. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES COMMÉMORATIVES

Le Conseil d'Administration décerne, chaque année, à ceux qui ont bien voulu faire des communications en séance publique intéressant la Société, des médailles commémoratives en argent, à titre de remerciement, pour marquer l'intérêt avec lequel elles sont accueillies.

Pour l'année 1913, ces médailles sont remises à :

MM. Maurice Leblanc : Communication sur *Les grandes vitesses en mécanique* (séance du 10 janvier 1913).

Lucien Delloye : Communication sur *La fabrication mécanique du verre à vitres* (séance du 11 avril 1913).

Dybowski : Communication sur *Le rouissage chimique des fibres végétales* (séance du 25 avril 1913).

Henri Chaumonot : Communication sur *La question des docks flottants* (séance du 25 avril 1913).

Camille Matignon : Communication sur *Le problème de la fixation industrielle de l'azote* (séance du 23 mai 1913).

MÉDAILLES

MÉDAILLES D'OR

Rapport présenté par M. Terré,
au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l' « *Éjectair* » *Breguet*
de M. **Maurice Delaporte**.

Dans la séance du 11 avril 1913, il a été fait à la Société d'Encouragement, par M. Delaporte, directeur des ateliers de Paris de la Maison Breguet, une communication sur l'*éjectair*, appareil permettant de réaliser le vide optimum dans un condenseur par l'emploi d'éjecteurs à vapeur mis en série.

L'idée est ancienne. Elle a été remise au jour en ces dernières années, mais on n'avait pu obtenir jusqu'ici de résultats pratiques par ce procédé si tentant dans sa simplicité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'éjectair est constitué essentiellement par deux éjecteurs à vapeur disposés en série avec condenseur auxiliaire intermédiaire, duquel l'eau condensée fait retour au condenseur principal, tandis que l'air amené par le premier éjecteur y est repris puis rejeté à l'atmosphère par le second. Ceci, sans nul organe mobile et avec une dépense de vapeur extrêmement réduite, ainsi qu'il ressort de l'expérience.

C'est une étude attentive et une expérimentation serrée qui ont conduit M. Delaporte à discerner les conditions d'établissement favorables à l'appareil. Des dispositions particulières lui ont permis en outre d'assurer en toute circonstance la stabilité d'éjecteurs calculés en vue des applications les plus diverses.

Cet appareil, qui est appelé à rendre de grands services à l'industrie, fait le plus grand honneur à son auteur.

Dans ces conditions le Comité des Arts mécaniques a proposé de décerner une médaille d'or à M. Maurice Delaporte.

Rapport présenté par M. Léon Masson, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *Dispositif de remontage électrique des horloges, système* **Martin-Mayeur**, construit par MM. **Blot-Garnier** et **G. Chevalier.**

M. Blot-Garnier et M. G. Chevalier, qui sont depuis 1901 les chefs de la maison bien connue d'Horlogerie marine et civile Paul Garnier, ont soumis à l'examen de la Société d'Encouragement un dispositif de remontage électrique construit par leurs soins d'après un système breveté Martin-Mayeur, et dont l'effet est à la fois de supprimer, pour les horloges monumentales les inconvénients de fatigue et, d'une manière générale pour les appareils d'horlogerie, les dérangements ainsi que les arrêts qui résultent souvent de l'emploi du procédé de remontage à la main.

Ce genre d'auto-remontage, — dont nous avons donné la description et les figures dans le Bulletin du mois de juillet dernier, — est en effet susceptible de s'appliquer à toutes les horloges à poids existantes, et, d'autre part, il peut être utilisé dans les divers autres appareils à poids moteur.

Nous avons du reste pu l'examiner en détail aux ateliers de la rue Beudant de la maison Paul Garnier, et nous nous sommes ainsi rendu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compte des avantages de commodité d'emploi, de simplicité d'entretien et de facilité d'adaptation qu'il présente.

Votre Comité des Arts mécaniques, voulant bien partager l'opinion que son rapporteur résume en ce moment devant vous, a proposé l'attribution d'une médaille d'or à l'inventeur du très intéressant procédé en cause, M. N.-G. Martin-Mayeur, et d'une médaille d'or également à MM. Blot-Garnier et Chevalier pour le nouveau progrès qu'ils ont réalisé dans la grande industrie horlogère par la construction et la mise au point de l'auto-remontoir électrique.

Rapport présenté par M. LIVACHE, au nom du Comité des Arts chimiques, sur le *Zinox, produit destiné à la peinture*, fabriqué par **M. G. Petit**, industriel à Lomme-lès-Lille (Nord).

La loi qui interdit l'emploi de la céruse dans les travaux de peinture devant être appliquée à partir du 1er janvier 1915, il est intéressant de signaler les succédanés de la céruse qui peuvent lui être avantageusement substitués.

Parmi ceux-ci, il faut mettre en bon rang le *Zinox*, préparé par M. G. Petit et constitué par de l'oxyde de zinc broyé avec de l'huile légèrement oxydée et de l'eau ; c'est donc un produit complètement inoffensif pour les ouvriers qui l'emploient.

Le Zinox se présente sous la forme d'une pâte bien homogène et très plastique, se conservant bien et, une fois détrempée, s'employant aussi facilement que la céruse. Le pouvoir cachant de ce produit est comparable à celui de la céruse et de l'oxyde de zinc; son prix de revient est le même que celui de ces produits, et la résistance aux intempéries semble également comparable, à en juger d'après des expériences remontant déjà à sept années.

Dans ces conditions, le Comité des Arts chimiques a jugé qu'il y avait lieu de décerner une médaille d'or à M. G. Petit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. G. PETITPONT, au nom du Comité des Arts chimiques, sur *l'ensemble des travaux sur les peaux et les cuirs*, faits par le **Dr Georges Abt.**

M. Abt s'est consacré depuis quelques années à l'étude de questions qui intéressent l'industrie des cuirs et peaux.

Pour acquérir une connaissance pratique suffisante de cette industrie et se faire une idée complète des travaux scientifiques dont elle a été l'objet, il a passé deux ans dans les écoles de tannerie et les laboratoires de recherches de Loods avec Procter, et de Vienne avec Etner. De ce long séjour à l'étranger il a rapporté, avec une préparation excellente, tout un programme de travaux, en partie esquissé dans une conférence faite à la Société d'Encouragement en 1908.

Ses premières recherches ont porté sur les altérations de la peau pendant la période préparatoire au tannage, choix justifié par le fait que cette période est celle qui cause le plus de déboires au tanneur. D'une revue critique sur le rôle des microbes dans la putréfaction de la peau en poil et dans les confits de tannerie, il a tiré de nombreuses déductions sur les moyens de combattre efficacement la putréfaction, et de limiter aux effets utiles l'action des microbes dans les confits. Puis il a étudié d'une part les pertes en substance dermique qui peuvent résulter de l'action directe soit du sel pendant la conservation des peaux en sel, soit de la chaux dans les pelains, soit des acides organiques dans les confits, et d'autre part l'influence de ces divers agents sur la pullulation des microbes.

Persuadé que l'examen au microscope de coupes très fines bien fixées et bien colorées pourrait fournir, à côté des moyens chimiques, une méthode générale d'investigation, il a ensuite mis au point l'application des techniques histologiques à la peau brute et tannée, avec un succès que l'on a pu apprécier par les planches publiées dans le Bulletin de la Société.

Enfin M. Abt a apporté des contributions importantes à l'étude des taches de sel, et de la stérilisation des peaux charbonneuses; de ces deux questions l'une avait été soulevée par la Chambre syndicale des Négociants en Cuirs et Peaux en poil, et l'autre par le Syndicat général des Cuirs et Peaux de France.

Les taches de sel sont malheureusement trop connues des tanneurs, surtout de ceux qui traitent des peaux de veau salées; mais les circon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stances qui en amènent la formation étaient tout à fait mystérieuses. M. Abt a successivement montré : 1° que les grains de sulfate de chaux, fréquents dans les sels de mine, jouent un rôle dans la production des taches ; 2° que ces taches contiennent des traces de sels de fer, sans que la quantité totale de fer contenue dans les peaux tachées soit sensiblement plus élevée que dans les peaux saines ; 3° enfin que les taches ne se forment qu'avec la participation de certains microbes. Ces microbes ont la propriété de produire, aux dépens des matières protéiques, une substance brune, soluble dans l'eau, et qui donne avec les sels de fer des précipités très volumineux et fortement colorés. Cette substance est d'autre part retenue et fixée par les précipités de phosphate de chaux, précipités que l'on trouve, comme l'a montré M. Abt, dans les peaux tachées sous les grains de sulfate de chaux, et dans toute l'étendue des taches. La formation des taches de sel paraît bien expliquée par le concours de ces divers facteurs. Il reste à déduire de ces notions nouvelles les moyens pratiques d'éviter les taches ; déjà le choix de sels marins, qui ne paraissent pas contenir de concrétions de sulfate de chaux, le salage en saumure, le lavage des peaux, ont donné des résultats très appréciables.

Pour la stérilisation des peaux charbonneuses, M. Abt a cherché une méthode qui donnât des résultats sérieux, tout en s'écartant assez peu d'opérations courantes pour que l'emploi pût en être généralisé. Il a fait sur plusieurs procédés des expériences minutieuses et étendues, et conclu que l'on pourrait dans certains cas faire usage de l'acide chlorhydrique en présence de sel, ou de l'hypochlorite de soude acidulé, mais que la méthode la plus pratique consistait dans l'emploi combiné du sublimé et de l'acide formique (méthode de Seymour Jones), à la condition toutefois : 1° d'abaisser suffisamment la concentration de l'acide pour ne pas abîmer les peaux ; 2° de pratiquer l'épilage des peaux, soit à la chaux pure, soit avec des sulfures dont le choix et la concentration (indiqués dans le mémoire) soient tels que l'action du sublimé ne se trouve pas neutralisée.

Pour cet ensemble de travaux, le Comité des Arts chimiques a proposé de décerner une médaille d'or à M. Georges Abt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. Léon Guillet, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *Travaux de métallurgie* de M. **Albert Portevin**.

M. Albert Portevin, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef des travaux de métallurgie et de métallographie à l'École centrale et secrétaire de la rédaction de la *Revue de Métallurgie*, est assurément, parmi les jeunes ingénieurs, l'un de ceux dont les recherches de science industrielle ont été le plus remarquées tant en France qu'à l'étranger durant ces dernières années.

Ingénieur à la Société métallurgique de la Bonneville, chef des Services chimiques des Usines de Dion et Bouton, M. Portevin a acquis dans ces usines une pratique industrielle qu'il met à profit dans diverses affaires dont il est conseil.

Les travaux qui méritent de fixer spécialement l'attention des membres de la Société peuvent être classés en cinq catégories :

1° Études sur la théorie des alliages :

En 1907. — Le phénomène de solidification et de transformation dans les alliages; l'état actuel des théories sur l'équilibre du système fer-carbone; la méthode d'analyse thermique de Tammann.

En 1910. — L'application de l'analyse thermique aux alliages ternaires.

En 1911. — Les alliages pseudo-binaires.

En 1912. — Sur la méthode chimique pour l'étude des alliages.

Tous ces mémoires ont paru dans la *Revue de Métallurgie*.

En 1913, M. Portevin a fait à la Société des Ingénieurs civils de France une conférence très remarquée sur les théories des alliages métalliques et leurs applications industrielles. D'autre part, il a déterminé lui-même les diagrammes d'équilibre des alliages binaires Cadmium-Bismuth, Nickel-Plomb, Cuivre-Bismuth, Nickel-Bismuth, et étudié les alliages Fer-Antimoine et Aluminium-Zinc (*Revue de Métallurgie*, 1907, pages 389, 814 et 1077; 1908, page 110; 1911, pages 312 et 721).

Enfin, dans la *Revue de Métallurgie*, il a résumé et critiqué, dans une très longue étude, toutes les recherches faites à Göttingen au laboratoire du professeur Tammann.

2° Études sur les traitements thermiques et sur la cémentation :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces questions de toute première importance ont préoccupé au plus haut point M. Portevin qui n'a point cessé de s'en occuper.

Une étude sur la cémentation par les gaz (*Revue de Métallurgie*, 1910) et une récente communication à la Société des Ingénieurs civils de France (juin 1913) sur l'emploi des céments mixtes constitués par du carbone granulé et de l'anhydride carbonique, ont attiré l'attention sur ces nouvelles méthodes de cémentation, qui semblent devoir apporter de la précision dans une opération fort délicate.

Les résultats d'essais, poursuivis avec M. Berjot, sur la dureté des aciers cémentés et trempés montrent toute l'importance du contrôle des pièces traitées. Un magistral article paru en juin dernier dans la *Revue de Métallurgie* classe de façon très claire, et probablement définitive, les différents effets de ce traitement si répandu que l'on appelle le recuit et qui s'applique de façon courante aux produits coulés, trempés ou écrouis.

3° Recherches sur les aciers spéciaux :

M. Portevin a donné, en 1911, dans la *Revue de Métallurgie*, les résultats de ses recherches sur les aciers au chrome, montrant que, par un recuit approprié des aciers martensitiques, on pouvait détruire cette structure et par conséquent amener ces aciers à un état doux et travaillable, un simple recuit postérieur redonnant la structure primitive et la grande dureté ; on voit l'intérêt pratique de ces recherches.

Dans une longue étude parue en 1909 sur les aciers ternaires, il étudie les propriétés mécaniques à l'essai de cisaillement et la résistance électrique des aciers renfermant Ni, Cr, Mn, Tu, Va, etc., ce travail lui a valu la médaille d'or Carnegie de l'Iron and Steel Institute.

Enfin récemment il a étudié (en collaboration avec M. Dupuy) les propriétés thermo-électriques du système Fe-C-Ni et une série d'aciers spéciaux ternaires (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1912 et 1913).

4° Recherches sur les alliages de cuivre :

Les études de M. Portevin sur les alliages de cuivre se sont portées principalement sur l'influence des traitements thermiques et tout le parti que l'industrie peut en tirer (Mémoire présenté au Congrès de Chimie appliquée de 1909 ; travail en collaboration avec M. Nusbaumer relatif à l'influence du recuit sur les bronzes de frottement ; recherches sur le revenu des bronzes d'aluminium et le constituant β de ces alliages).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° Recherches sur les propriétés des produits métallurgiques, les méthodes d'essais et de fabrication :

Placé à la tête d'une importante fonderie d'alliages de cuivre, M. Portevin a dû, pendant quelque temps, se préoccuper des multiples questions qu'un tel service peut soulever. Ses publications s'en ressentent; il analyse, dans un mémoire très condensé, les causes des pertes en fonderie et leur répercussion sur le prix de revient (*Revue de Métallurgie*, 1907).

Il donne des notes intéressantes sur l'organisation de quelques fonderies en Allemagne (*Revue de Métallurgie*, 1910). Enfin, il y a quelques mois, au premier Congrès de Fonderie tenu en France, M. Portevin attira l'attention sur une question presque ignorée : l'emploi des oxydants en fonderie de cuivre. Si, depuis fort longtemps, on utilise, très judicieusement d'ailleurs, les désoxydants pour balayer les oxydes de cuivre et d'étain qui prennent naissance dans les alliages de cuivre pendant la fusion et la coulée, on n'avait point cherché la cause de ces soufflures brillantes que l'on rencontre dans nombre de pièces moulées ; dues à des gaz réducteurs, elles ne peuvent être détruites que par l'intervention d'oxydants, tels que l'oxyde de plomb ou le bioxyde de manganèse.

Enfin les méthodes d'essais n'ont point été sans faire l'objet de recherches de la part de M. Portevin : la *Revue de Métallurgie* a donné à ce sujet des pages fort intéressantes sur l'emploi du galvanomètre différentiel, de l'appareil Shore, et sur la limite élastique.

Rappelons, en terminant, que M. Portevin a fait, le 13 juin 1913, une conférence a Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale sur la trempe des aciers et l'influence de la température de trempe et du temps de chauffage.

L'énumération très courte des travaux publiés par M. Portevin montre l'activité que ce jeune savant a déployée depuis 1907 et l'importance des recherches dont un grand nombre ont fait progresser les questions physico-chimiques dans lesquelles l'industrie métallurgique va chercher son guide le plus sûr.

Le Comité des Arts chimiques a donc pensé que le Conseil de notre Société devait apporter à M. Portevin un témoignage de félicitations en lui décernant une médaille d'or et l'encourager ainsi à poursuivre ses études si intéressantes pour l'industrie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par le Lieutenant-Colonel P. RENARD, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *travaux de météorologie* de M. **G. Eiffel** et de M. **Ch. Goutereau.**

Comme suite au rapport qui a été inséré dans le Bulletin de la Société d'Encouragement de décembre dernier (page 528), le Comité des Arts économiques est d'avis de décerner une médaille d'or à M. Eiffel et une médaille de vermeil à M. Goutereau pour le grand intérêt que présentent leurs travaux météorologiques.

Rapport présenté par M. D. BERTHELOT, sur la *création de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique*, par le **Commandant Roche**, *et sur son fonctionnement.*

Le Comité des Arts économiques propose d'attribuer une médaille d'or au Commandant Roche, pour la création de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique.

Cette fondation date de 1909, c'est-à-dire, — car les choses vont singulièrement vite dans ce domaine! — de l'époque même où l'aviation commençait à devenir pratique.

On se trouvait en présence d'une industrie naissante, pour laquelle il n'existait nulle part, pas plus à l'étranger qu'en France, ni écoles d'enseignement, ni personnel d'ingénieurs régulier.

Le Commandant Roche eut le grand mérite d'avoir la foi, et d'aller de l'avant avec un remarquable esprit de décision.

Il n'attendit pas les appuis ou les concours officiels qui, en raison des lenteurs inhérentes aux mécanismes administratifs, auraient risqué d'être trop tardifs.

Il fonda à ses risques et périls l'École supérieure d'Aéronautique, et en assura personnellement le fonctionnement matériel.

Pour ce qui concernait l'enseignement, il sut obtenir le concours des collaborateurs les plus éminents : il me suffira de mentionner que trois des principaux cours, ceux portant sur les moteurs, l'aéronautique générale et l'aviation, furent confiés, les deux premiers à nos collègues M. Lecornu, membre de l'Institut et M. le Lieutenant-Colonel Renard, ancien sous-direc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur des Établissements de Chalais-Meudon, le troisième à M. Painlevé, membre de l'Institut.

A côté des cours, des conférences techniques sont faites par des spécialistes distingués sur la résistance des matériaux, les constructions métalliques, la construction, le réglage et les essais des moteurs d'aviation et d'automobile, la construction des aéroplanes et des ballons, l'organisation technique et commerciale des usines, le droit aérien, etc.

Après avoir été exercés durant les premiers mois au dessin industriel proprement dit, les élèves sont constitués en bureau d'études, sous la direction d'un ingénieur et établissent les dessins d'exécution des divers éléments d'une machine : c'est ainsi qu'ils ont à établir des projets de ballons dirigeables, aéroplanes, moteurs à vapeur ou à explosion.

Enfin l'enseignement pratique est donné dans une série d'ateliers d'aéronautique, de menuiserie, d'ajustage, de machines-outils, de montage des moteurs et d'essais des moteurs.

En dehors de l'enseignement normal indiqué ci-dessus, des cours et exercices spéciaux, de caractère facultatif, ont été institués, concernant les industries frigorifiques, dont le développement futur paraît devoir être considérable.

On voit par là quel est le caractère propre de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique ; elle se distingue essentiellement des écoles dites d'aviation, qui forment les pilotes aviateurs : c'est une école industrielle supérieure destinée à préparer des ingénieurs pour les industries mécaniques en général, et plus spécialement pour l'aéronautique, l'automobile et l'industrie frigorifique. Son enseignement porte d'une manière toute particulière sur les moyens de production de la force motrice qui est la base de toutes les industries. Le but cherché est de former des ingénieurs capables, dès leur sortie de l'école, de rendre des services immédiats. A cet effet, les ateliers et le bureau d'études reçoivent, d'année en année, des développements nouveaux.

Chaque année les ministres de la Guerre et de la Marine détachent à l'école des officiers, au nombre d'une dizaine, pour suivre les cours.

D'autre part, des élèves étrangers, ingénieurs ou officiers, sont envoyés à l'école, par leurs gouvernements.

Les résultats obtenus jusqu'ici ont été satisfaisants La liste des situa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions occupées par les anciens élèves de l'école au 1er janvier 1912 faisait ressortir la répartition suivante dans les diverses industries :

Usines de construction		aéronautique	37 p. 100
—	—	mécanique (automobiles)	29 —
—	—	frigorifique	13 —
—	—	diverses	13 —
Situations inconnues de l'École			8 —

J'ai visité l'école en plein fonctionnement; j'ai été frappé de l'ordre et de l'activité qui y régnaient, de l'ardeur des élèves au travail, de l'excellente organisation des travaux pratiques. Je ne parle pas de la valeur des cours : les noms des professeurs en sont le meilleur garant.

En résumé, le Commandant Roche a donné là un remarquable exemple d'initiative couronnée de succès.

On a parfois reproché à notre pays de trop compter sur l'État pour l'organisation des institutions nouvelles, de s'en remettre un peu paresseusement pour conduire ses affaires aux mécanismes officiels, et de pécher par un certain manque de confiance dans les efforts privés.

On sait combien les écoles spéciales d'ingénieurs existant en Suisse, en Belgique, en Allemagne ont contribué au bon renom et à la diffusion dans le monde, des industries de ces pays.

Trop souvent nous avons vu des inventions, nées sur le sol de la France, émigrer à l'étranger, y subir, grâce aux efforts de techniciens exercés, l'élaboration et la mise au point minutieuses, nécessaires à leur fonctionnement pratique, et revenir à nous sous les noms de firmes exotiques, qui ont su ainsi s'en assurer tous les profits.

Grâce à l'esprit d'entreprise qui s'est manifesté chez nous par des fondations telles que celle de l'École supérieure d'Aéronautique, nous n'aurons pas à regretter des déboires de ce genre dans la jeune industrie de l'aviation.

C'est pourquoi le Comité des Arts économiques a pensé qu'il convenait de sanctionner l'effort du Commandant Roche par l'attribution d'une médaille d'or.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. H. Hitier, au nom du Comité d'Agriculture, sur *l'ensemble des travaux sur la Tunisie* de M. **Ch. Monchicourt**.

M. Ch. Monchicourt, aujourd'hui contrôleur civil à Kairouan, arrivait à Mactar (Tunisie), en novembre 1898. Aussitôt il cherchait à se renseigner sur le pays où il était appelé à vivre, mais notre occupation était encore toute récente et les documents manquaient.

Dresser dès lors un inventaire du Haut-Tell tunisien, sol et habitants, telle fut la légitime ambition de M. Ch. Monchicourt; seulement, pour cela, et malgré les difficultés de toute nature, l'examen direct des choses, des gens et des lieux s'imposait. M. Ch. Monchicourt entreprit donc une véritable exploration du pays par monts et par vaux, couchant sous la tente, visitant et interrogeant indigènes et Européens fixés dans la région.

En même temps sa profonde érudition, sa connaissance de l'arabe, lui permettaient de consulter les manuscrits arabes, les ouvrages des auteurs anciens, comme ceux des voyageurs européens.

Après 15 ans d'efforts, le but que s'était proposé M. Ch. Monchicourt est pleinement réalisé, et l'ouvrage magistral qu'il vient de faire paraître cette année même sur le *Haut-Tell tunisien*, complète la série de ses nombreuses publications sur la Tunisie depuis 1901.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, désireuse de reconnaître la grande valeur scientifique des travaux de M. Ch. Monchicourt, le grand intérêt que présentent, pour les agriculteurs et les industriels, la masse énorme d'observations et de renseignements personnels qu'il a mise à leur disposition, désireuse en même temps de signaler l'exemple donné ainsi par M. Ch. Monchicourt, lui décerne une médaille d'or.

Rapport présenté par M. A. Muntz, sur l'*ensemble des travaux de chimie agricole* de M. **Gustave André**.

M. G. André, professeur à l'Institut national agronomique, a publié chez MM. Baillière et Fils, dans l'Encyclopédie agricole dirigée par M. G. Wéry, deux volumes intitulés : *Chimie agricole* et les a présentés à la Société d'Encouragement.

Votre Comité d'Agriculture a été vivement frappé de cet ouvrage, qu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contient une somme d'érudition immense, classée suivant un ordre méthodique et formant une synthèse harmonieuse de tout ce que nous connaissons sur la chimie de la plante et sur la chimie du sol. Mais son attention s'est surtout portée sur la part que M. André a prise dans l'élaboration de l'ensemble de ces données, sur son œuvre personnelle, qui est considérable et qui justifie la médaille d'or que le Comité d'Agriculture a sollicitée pour lui.

Rapport présenté par M. HACHETTE, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur le *cinématographe en couleurs naturelles de la* **Société des Établissements Gaumont**.

Comme suite au rapport du 27 novembre dernier, sur le biochrome Gaumont, le Comité des Constructions et Beaux-Arts a demandé qu'il soit attribué à la Société des Établissements Gaumont une médaille d'or.

Cette Société a pour la première fois réalisé la cinématographie en couleurs naturelles, par analyse et synthèse suivant le procédé trichrome.

Les difficultés que cette Société a dû surmonter sont : 1° d'ordre mécanique pour obtenir le passage de trois images au lieu d'une, en cinématographe ordinaire, dans le même temps; 2° d'ordre chimique, pour la fabrication des écrans sélecteurs et l'émulsion panchromatique rapide.

Les efforts de cette Société ont été couronnés de succès et nous avons pu admirer, à la séance du 28 février 1913, la perfection des résultats obtenus.

MÉDAILLES DE VERMEIL

Rapport présenté par M. A. CARNOT, au nom du Comité des Arts chimiques sur l'*édition française du Traité d'analyse chimique appliquée aux essais industriels de Post et Neumann*, par MM. **G. Chenu** et **M. Pellet**.

Le traité de MM. Post et Neumann sur l'*analyse chimique appliquée aux essais industriels* est depuis longtemps connu. Il l'est surtout, en France, depuis que le docteur Louis Gautier en a donné une traduction française, en 1884.

Le docteur Gautier est mort en 1909, après avoir mis la main à une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seconde édition, faite d'après la 3e édition allemande qui comportait de très nombreuses additions. Il signa seul la première moitié du 1er volume et profita de la collaboration de MM. Chenu et Pellet, pour la seconde moitié de ce 1er volume et pour la totalité du 2e. Le 3e volume fut fait entièrement, après sa mort, par ses deux collaborateurs et sa publication a été terminée en 1913.

L'ouvrage fort estimé de Post et Neumann, riche en documents, grâce à l'intervention d'un grand nombre de spécialistes d'industries diverses, s'était considérablement développé de la 1re à la 3e édition, qui contient presque trois fois autant de pages que la première. Les auteurs de la traduction française ont encore amélioré l'ouvrage, en rectifiant quelques erreurs et en introduisant la description de méthodes d'essais usitées en France. On peut remarquer, entre autres : un beau chapitre sur l'analyse spectrale dû à M. Arnaud de Gramont; — un appendice sur les chaux, ciments, plâtres et produits céramiques; — un autre sur les méthodes d'essais adoptées par le Congrès pour la répression des fraudes sur les denrées alimentaires.

Les traducteurs ont, en outre, écrit eux-mêmes deux chapitres nouveaux, l'un sur le sucre de canne, l'autre sur le cidre et le poiré; ce sont des chapitres où l'on voit que l'on a affaire à des spécialistes experts en la matière.

En résumé, nous dirons que MM. Chenu et Pellet ont fait un travail considérable et réellement utile pour les chimistes d'un grand nombre d'industries. La Société d'Encouragement a donc cru devoir les récompenser par l'attribution à chacun d'eux de la médaille de vermeil qui était proposée par le Comité des Arts chimiques.

Rapport présenté par M. Baclé, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *Publications techniques* de M. l'Ingénieur **Cl. Chômienne**.

M. Cl. Chômienne, ingénieur métallurgiste des plus distingués, est l'auteur de nombreuses publications techniques intéressant l'industrie sidérurgique, auxquelles il vient d'ajouter récemment un ouvrage important dans lequel il a résumé l'histoire économique et industrielle de la ville et du canton de Rive-de-Gier. Au cours de sa longue carrière d'ingé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nieur praticien, l'auteur a été le témoin et le collaborateur de toutes les transformations qu'a subies l'industrie métallurgique dans cette région de la Loire qui en a été le berceau ; il a assisté et participé à la mise en marche des engins nouveaux qu'elle a su mettre en œuvre, comme le marteau-pilon, le laminoir et plus tard la presse à forger, les grands fours pour la production des lingots destinés à la fabrication des aciers spéciaux ; il a suivi également l'introduction graduelle des méthodes scientifiques qui ont transformé peu à peu la fabrication de nos grandes aciéries ; d'autre part, il a su tirer, des grandes expositions qui se sont succédé depuis une trentaine d'années, l'enseignement qu'elles comportaient pour nos maîtres de forges, leur montrer en même temps par la description de ce qui se faisait à l'étranger, spécialement aux États-Unis, toute l'importance des résultats obtenus par les grandes forges américaines, la puissance de l'outillage dont elles disposent, les méthodes spéciales de fabrication qu'elles emploient, et il a porté enfin ses recherches comparatives sur un sujet auquel il s'est spécialement attaché, qui est celui de l'organisation de l'enseignement technique.

Toutes ces questions sont discutées sur toutes leurs faces dans les nombreuses publications de M. Chômienne, et, en raison de la compétence de leur auteur, celles-ci seront consultées avec fruit par tous ceux qui s'intéressent à l'histoire et au développement de l'industrie métallurgique.

Nous ne signalerons de ces publications, dont la liste est reproduite plus loin, que les principales d'entre elles.

L'étude sur les marteaux-pilons, publiée en 1887, est le premier ouvrage de ce genre : elle expose la théorie complète de ces engins dont elle décrit les divers types, et elle les compare en même temps à la presse à forger en résumant les résultats des expériences déjà faites et dont la plupart sont dues à l'auteur lui-même, pour permettre de déterminer le mode d'action et les conditions d'emploi les mieux appropriées de chacun d'eux. Ce travail fut complété par une étude parue en 1894 sur les grands pilons, comme ceux de 100 t du Creusot, de Saint-Chamond et de MM. Marrel Frères, et le pilon de 125 t étudié alors par les Aciéries de Bethleem.

Nous pouvons ajouter que les expériences ainsi faites par M. Chômienne sur les déformations des métaux dans le travail de la forge ont produit une vive impression dans le monde métallurgique, et elles ont été reproduites et discutées dans les ouvrages techniques étrangers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Chômienne publia également plusieurs études sur la fabrication de l'acier : *étude sur la combustion*, en 1890, *sur le procédé Saniter, pour la désulfuration de l'acier*, en 1893, et surtout un ouvrage important sur la *métallurgie de l'acier*, qui constitue une sorte de traité pratique de la matière. Il y discute les divers procédés de fabrication de l'acier : creuset, four Martin et convertisseur Bessemer; il y décrit l'installation des principales forges fabriquant les aciers de qualité, comme les bandages et essieux pour les chemins de fer, les arbres droits et coudés et surtout les produits militaires pour les besoins de la Marine et de la Guerre, les éléments de canons, les obus, etc.

Ajoutons encore que, dès 1886, l'auteur avait exécuté une série d'expériences comparatives sur l'emploi des tubes à ailettes qui était encore ignoré dans la construction des chaudières à vapeur, et il avait montré d'une façon décisive toute la supériorité qu'ils présentent sur les tubes lisses pour la transmission de la chaleur des gaz de combustion du foyer. Le travail qu'il publia à ce sujet, en 1887, attira l'attention sur ce type de tubes et contribua dans une large mesure à décider les compagnies de navigation et de chemins de fer à en essayer l'application qui s'est généralisée depuis lors.

M. Chômienne se rendit en Amérique en 1904, comme membre du jury à l'Exposition de Saint-Louis, et il rapporta de ce voyage, en dehors de son mémoire sur le pilon de 125 t de l'usine de Bethlehem, une étude sur cette Exposition, faisant suite à celle qu'il avait publiée sur l'Exposition de Paris en 1900, et il y joignit un travail fort intéressant sur cette question discutée de l'organisation de l'enseignement technique à laquelle il s'est consacré plus spécialement, pendant ces vingt dernières années. Il avait déjà publié en 1900, sur le même sujet, une première étude dans laquelle il s'attache à montrer la supériorité de l'école sur l'atelier pour l'apprentissage, car l'école permet, en particulier, de mieux familiariser les jeunes apprentis avec l'usage des croquis et dessins qu'ils auront à interpréter plus tard dans leurs travaux d'atelier.

Les industriels américains ont reconnu de leur côté l'avantage qui s'attache à cet enseignement, et ils ont multiplié les institutions de toute nature où il est donné, universités, collèges, high-schools, instituts spéciaux, etc. M. Chômienne, qui était délégué à cet effet par le ministère du Commerce, a visité, pendant son séjour aux États-Unis, un grand nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces établissements, et il a résumé ses observations dans un rapport très documenté où il expose l'organisation de cet enseignement dans chacun des types d'écoles ; il montre en même temps tout le parti que nous pourrions tirer en France de l'exemple des États-Unis.

Ajoutons encore, pour montrer toute l'activité inlassable dont M. Chômienne a donné tant de preuves au cours de sa laborieuse carrière, qu'il a su mener à bien ces nombreuses études, tout en s'acquittant de ses travaux professionnels, et qu'il est en même temps l'auteur de diverses conférences dans lesquelles il s'est attaché à développer et vulgariser les idées maîtresses dont il s'est inspiré dans ses travaux.

Rappelons aussi l'important travail qu'il vient de publier sur l'histoire de la ville et du canton de Rive-de-Gier que nous signalions en commençant. Dans cette savante étude, qui est un hommage filial rendu à la ville où s'est écoulée la plus grande partie de sa carrière, l'auteur fait l'historique des principales industries de cette région si laborieuse, et donne une description détaillée des diverses usines qu'elle renferme. Il y a réuni en outre un grand nombre de documents historiques qui donnent à son travail un intérêt tout particulier et en font une œuvre définitive de haute valeur.

Le Gouvernement a tenu à récompenser ces travaux en décernant à M. Chômienne, en 1906, la décoration de chevalier de la Légion d'honneur, et le ministère du Commerce lui confiait d'autre part, en 1892, les fonctions d'inspecteur départemental de l'Enseignement technique.

En 1908, il était nommé membre du Comité d'inspection, puis en 1910 du Conseil supérieur, et enfin il vient d'être nommé vice-président de la Commission départementale de l'Enseignement technique et de l'Apprentissage.

De son côté, votre Comité des Arts chimiques a estimé que les travaux et les études de M. Chômienne rentrent bien parmi ceux que doit encourager notre Société en raison de l'intérêt qu'ils présentent pour notre industrie nationale, et il vous propose à cet effet de décerner une médaille de vermeil à M. Chômienne en y joignant les félicitations et les remerciements de notre Société.

Publications techniques de M. Chômienne.

Étude sur les marteaux-pilons (1887). — Notice sur les tubes à ailettes (1887). — Visite à l'Exposition Universelle (1889). — Étude sur la combustion (1890). — Procédé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Saniter pour éliminer le soufre (1893). — Pilon de 125 tonnes des Aciéries de Bethlehem (1894).— Appareils employés dans les aciéries américaines (1898). — La métallurgie de l'acier (1898). — Notes sur l'enseignement technique (1900). — L'enseignement technique aux États-Unis (1905). — Exposition universelle de Saint-Louis (1906). — Histoire de la ville de Rive-de-Gier (1912).

Conférences faites par M. Chômienne.

Sur l'enseignement technique (1894). — Sur la métallurgie dans la Loire (1896). — Sur le transsibérien (1898). — Sur le Transvaal (1900). — Sur les États-Unis et l'Exposition de Saint-Louis (1905).

Rapport présenté par M. HALLER, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *travaux sur l'acétylcellulose* de MM. **Clément** et **Rivière**.

C'est à Schutzenberger que la science doit les premières recherches sur l'acétylation de la cellulose (1869).

Ces études, continuées par Franchimont, ne revêtirent un caractère industriel qu'à la suite des travaux de Cross et Bevan qui essayèrent d'appliquer l'acétate de cellulose à la fabrication de la soie artificielle (1894).

A l'Exposition de 1900, on pouvait voir, dans une vitrine de la classe 87, le résultat des premières tentatives des deux savants anglais.

A partir de 1894, les brevets se succédèrent tant en France qu'à l'étranger et on peut dire qu'à l'heure actuelle la question est résolue. L'industrie est en effet en mesure de fournir ce produit dans des conditions de pureté et de résistance telles qu'on peut l'employer, avec avantage et sans danger, dans la fabrication des films et de beaucoup d'autres objets qui sont du domaine de la bimbeloterie, de la tabletterie, de la confection des fleurs artificielles, etc.

Après avoir apporté leur contribution personnelle à la production de ces éthers cellulosiques, MM. Clément et Rivière ont exposé, dans une conférence lumineuse et nourrie de faits, les différentes étapes parcourues par cette industrie tout en faisant ressortir les avantages considérables que ces matières nouvelles présentent sur le celluloïde et ses succédanés.

Aussi le Comité des Arts chimiques a-t-il été d'avis d'accorder à chacun de ces jeunes chimistes une médaille de vermeil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. C. Féry, au nom du Comité des Arts économiques, sur l' « *insectoscope* » de M. **Pierre Marié**.

Le Bulletin de mai 1913 donne, à la page 638, la description du très intéressant et nouveau dispositif de M. P. Marié, applicable à tous les microscopes simples ou composés.

Dans le cas d'objets présentant des dimensions appréciables, il est du plus grand intérêt d'examiner ces objets, soumis au grossissement, sous leurs diverses faces. On comprend facilement que la difficulté de maintenir correcte la mise au point pendant la rotation de l'objet examiné est d'autant plus grande que le grossissement du microscope est plus considérable.

Jusqu'ici aucun dispositif de ce genre n'avait été combiné; frappé de cette lacune, M. Marié a créé un dispositif à la fois simple et ingénieux pour l'étude des insectes dont il s'occupe spécialement. Ce support spécial a ainsi reçu le nom d'insectoscope, mais peut recevoir une foule d'autres applications, parmi lesquelles nous citerons l'examen des divers organes des plantes, l'étude des petits cristaux, celle de très petites pièces de mécanique ou d'horlogerie.

Étant donnés les services que l'appareil de M. Pierre Marié peut rendre dans l'étude des sciences naturelles et aussi à l'industrie, le Comité des Arts économiques a proposé qu'il lui soit décerné une médaille de vermeil.

Rapport présenté par M. Hillairet, au nom du Comité des Arts économiques, sur l'*olisthographe* de M. **G. A. Andrault**.

L'olisthographe de M. Andrault a fait l'objet d'un rapport qui a paru dans le Bulletin de juillet 1912.

Cet appareil a pour but la mesure du glissement moyen du rotor d'un moteur synchrone pendant une durée comprenant plusieurs centaines de périodes du courant alternatif qui alimente le stator.

L'olisthographe peut être mis à profit dans les laboratoires de recherches, d'enseignement et industriels. Aussi le Comité des Arts économiques a-t-il demandé qu'une médaille de vermeil soit attribuée à M. Andrault pour la création de cet instrument.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. E. Schribaux, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'ouvrage intitulé : *Les ennemis des plantes cultivées*, de M. **Georges Truffaut**.

Depuis un demi-siècle environ, une foule de parasites, insectes, champignons et microbes, s'acharnent sur les plantes les plus diverses de nos cultures, et leur nombre va sans cesse en augmentant. Le lourd tribut que leur paye annuellement l'agriculteur moderne est la rançon des progrès qu'il a réalisés dans la production végétale ; leur multiplication inquiétante, leur diversité, sont la conséquence des cultures spécialisées devenues plus intensives, la conséquence également des importations répétées de végétaux contaminés d'origine étrangère.

Le mal est devenu si général et si profond, qu'il n'est plus permis, même au cultivateur le plus modeste, d'ignorer quels sont les parasites avec lesquels il doit compter, et quels sont les moyens pratiques qui lui permettent de les combattre efficacement.

Dans cet ordre d'idées, le livre que M. G. Truffaut, Ingénieur agricole, vient de publier sous le titre : *Les ennemis des plantes cultivées*, sera pour lui un guide sûr et un conseil précieux, car il s'agit bien d'un traité complet de pathologie et de thérapeutique végétales.

M. G. Truffaut, qui est un horticulteur émérite, journellement aux prises avec les difficultés du métier, a eu l'ambition de mettre entre les mains des praticiens un livre solidement documenté, clair, commode à consulter, leur permettant tout d'abord de déterminer sans peine, et très rapidement, fussent-ils étrangers aux questions scientifiques, le nom des parasites qui s'attaquent aux cultures, puis de se renseigner sur les méthodes de traitement qui ont reçu la consécration de l'expérience.

On peut affirmer que M. G. Truffaut a très heureusement atteint le but qu'il se proposait.

La première partie de son ouvrage n'est pas autre chose qu'un dictionnaire où les plantes les plus généralement cultivées, plantes de grande culture, horticoles et forestières, sont classées par ordre alphabétique. A propos de chaque plante, l'auteur consacre un paragraphe spécial à chacun des organes : racine, tige, feuille, etc., susceptibles d'être attaqués, et, en quelques lignes, il précise les caractères extérieurs des diverses maladies. Afin que le lecteur ne s'égare pas dans l'identification des organismes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signalés comme en étant la cause, l'auteur le renvoie à des monographies des parasites, monographies presque toutes accompagnées de gravures originales, et souvent de superbes photographies du format de l'ouvrage, donnant une idée très précise du facies de la plante attaquée et de ses ennemis. Ceux-ci sont presque toujours représentés aux différentes phases de leur évolution. Grâce surtout à ces excellentes figures, dont les collections personnelles de l'auteur lui ont fourni les éléments, la détermination des parasites animaux et végétaux, basée sur des caractères facilement saisissables à l'œil nu, devient un jeu, même pour une personne étrangère aux choses de la botanique et de la zoologie. L'intervention du microscope ne s'impose que dans un petit nombre de cas.

Le coupable une fois connu, M. G. Truffaut signale les ressources dont nous disposons pour en combattre les ravages.

Sans doute, nos connaissances en la matière sont encore très imparfaites, et nous laissent trop souvent dans l'embarras. M. G. Truffaut n'a pas la prétention de les avoir enrichies, mais en les exposant méthodiquement et en les mettant en pleine lumière afin d'arriver à en tirer le meilleur parti, il a rendu un service signalé aux agriculteurs.

Votre Comité d'Agriculture a proposé de reconnaître les mérites de l'ouvrage de M. G. Truffaut par l'attribution d'une médaille de vermeil à son auteur.

Rapport présenté par M. L. Lindet, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'*introduction de l'excavateur Wenk en France*, par MM. **Benker** et **Millberg**.

MM. Benker et Millberg ont présenté à la Société d'Encouragement l'appareil Wenk destiné à l'excavation mécanique des superphosphates. Le rapport, fait au nom du Comité d'Agriculture, a été inséré à la page 790 du premier tome du Bulletin de 1913. Le Comité d'Agriculture a proposé de récompenser d'une médaille de vermeil l'initiative prise par MM. Benker et Millberg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES D'ARGENT

Rapport présenté par M. Léon Masson, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'*ouvrage intitulé : Les appareils d'intégration*, de M. **H. de Morin**.

Il a été fait hommage, à la Bibliothèque de la Société, d'un exemplaire du livre que M. H. de Morin, Ingénieur civil des Constructions navales, a publié cette année sur *les Appareils d'intégration*.

Précédés d'une introduction indiquant la genèse des appareils de calcul en général, les divers chapitres dont se compose cet ouvrage ont respectivement trait aux *planimètres*, permettant de déterminer l'aire des contours fermés ; aux *intégromètres*, qui donnent à la fois la valeur numérique de l'aire, du moment statique, et du moment d'inertie d'une surface plane; aux *intégraphes*, ayant pour but de tracer une courbe représentative de la variation de l'aire d'un contour donné ; à *l'analyse harmonique* et aux *analyseurs* des courbes de superposition ; aux *intégrateurs composés* enfin, dont l'objet est de déterminer l'intégrale d'une équation différentielle.

Le livre de M. de Morin fait partie de la *Bibliothèque générale des Sciences* éditée avec un grand soin par la maison Gauthier-Villars, et l'on y trouve, réunies dans un nombre limité de pages, beaucoup d'indications théoriques et descriptives que l'on doit chercher d'ordinaire dans les traités détaillés ainsi que dans une importante suite de notices spéciales et de comptes rendus scientifiques.

Il constitue une étude d'ensemble et de consultation très commode des appareils d'intégration dont l'emploi rend de si grands services dans la technique des diverses branches de l'art de l'ingénieur ; et votre Comité des Arts mécaniques a, dès lors, l'honneur de vous demander l'attribution à son auteur de l'une des médailles d'argent dont la Société d'Encouragement dispose au titre de l'année 1913.

Rapport présenté par M. Sauvage, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'*ouvrage sur les appareils de levage*, de M. **Louis Rousselet**.

Nous avons rendu compte, dans le Bulletin de la Société de juillet 1913 à la page 181, de l'ouvrage de M. Rousselet sur les appareils de levage. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des Arts mécaniques a demandé, pour l'auteur de cet intéressant travail, une médaille d'argent.

Rapport présenté par M. A. LIVACHE, au nom du Comité des Arts chimiques, sur le *travail sur l'ocre*, de MM. **Sirot** et **Joret**.

MM. Sirot et Joret, ingénieurs-agronomes et préparateurs à la Station agronomique de l'Yonne, ont présenté à la Société un travail sur l'ocre. Ils ont pu, grâce au voisinage des importantes ocrières de la Puisaye, étudier les terrains dans lesquels se rencontre l'ocre et les méthodes d'exploitation.

Examinant ensuite la composition de ces ocres, ils sont arrivés à cette conclusion très intéressante et un peu inattendue, à savoir que l'on se trouve en présence d'un produit de constitution essentiellement sableuse.

Ils ont enfin terminé leur travail en ébauchant l'étude de la transformation des ocres jaunes naturelles en ocres rouges sous l'action de la chaleur.

Le Comité des Arts chimiques a proposé de décerner deux médailles d'argent à M. Sirot et à M. Joret pour ce travail qui contient des parties intéressantes.

Rapport présenté par M. DE RIBES-CHRISTOFLE, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur la *transmission à distance C. A. D.*, de M. **Nicolas Herzmark**.

Cette invention a déjà fait l'objet d'un rapport paru dans notre Bulletin de décembre 1913 à la page 519, où nous en avons montré tous les avantages. Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts l'a jugée digne d'être récompensée et a demandé qu'une médaille d'argent soit décernée à M. N. Herzmark.

Rapport présenté par M. D'ALLEMAGNE, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur l'*appareil à plonger* de M. **Maurice Fernez**.

L'appareil inventé par M. Maurice Fernez est destiné à permettre le séjour dans l'eau et dans les milieux irrespirables; il est très simple et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peu coûteux ; il peut dans un grand nombre de cas remplacer l'appareil du scaphandrier. En raison du mérite de cette invention sur laquelle nous avons donné des renseignements détaillés dans notre Bulletin de décembre 1913 (page 525) le Comité des Constructions et Beaux-Arts a proposé d'accorder une médaille d'argent à M. Maurice Fernez.

Rapport présenté par M. L. LINDET, au nom du Comité d'Agriculture, sur le *Cours sur l'industrie linière* professé par **M. Albert Durand.**

M. Albert Durand a fait hommage à la Société de l'autographie du cours qu'il professe à Lille, à l'Union française de la Jeunesse, sur l'industrie linière ; cette industrie est une de celles qui préoccupent le plus la région du Nord ; grâce aux efforts du Comité linier de France, fondé en 1849 à Paris, par Feray, d'Essonnes, et à ceux du groupe des filateurs du Nord, la production du lin qui, d'une façon générale, a diminué en France, a augmenté au contraire dans le département du Nord. Elle devrait augmenter encore ou se relever dans les autres départements, si la main-d'œuvre, que le rouissage rural entraîne, peut être procurée à meilleur compte, et si certains procédés industriels, en ce moment à l'étude, donnent des résultats rémunérateurs.

On ne saurait donc trop louer M. Albert Durand de faire connaître à la jeunesse de Lille les procédés de culture, les procédés du rouissage agricoles et industriels, en usage ou à l'essai, les exemples donnés par la Russie, par la Hollande, l'Allemagne, etc., et les statistiques de production et d'exportation des différents pays liniers.

L'ouvrage est parfaitement ordonnancé ; les différentes parties y sont nettement séparées ; la lecture en est facile et instructive.

Votre Comité d'Agriculture a proposé de récompenser le travail de M. Albert Durand, par une médaille d'argent et de verser son manuscrit à notre Bibliothèque où il sera utilement consulté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES DE SALVERTE

Rapport présenté par M. LARIVIÈRE, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts.

Les revenus de la Fondation de Salverte doivent être employés à décerner, sur la proposition du Comité des Constructions et Beaux-Arts, une médaille d'argent accompagnée d'une somme de 25 francs aux ouvriers français appartenant à la corporation du bâtiment qui ont montré de l'habileté, qui sont âgés de 60 ans au moins et pères d'une nombreuse famille qu'ils ont bien élevée.

Le Comité des Constructions et Beaux-Arts a proposé de décerner cette année la médaille de Salverte à deux ouvriers qui remplissent pleinement les conditions exigées :

M. Lengagne (Louis), ouvrier cimentier à la Société des Ciments Portland du Boulonnais; il compte 28 ans de service; il est âgé de 69 ans et il a élevé 18 enfants;

M. Gay (Jean-Baptiste), céramiste à la Société Jacob Delafon et Cie; il compte 30 ans de service; il est âgé de 83 ans et il a élevé 9 enfants.

MÉDAILLES DÉCERNÉES A DES APPRENTIS

Rapport présenté par M. J. BOURDEL, au nom du Comité des Constructions et Beaux Arts, sur l'attribution de six médailles aux élèves de l'École professionnelle de la Chambre syndicale du Papier.

L'école professionnelle de la Chambre syndicale du Papier et Industries qui le transforment a été fondée en 1868.

Elle a pour but :

1° d'élever le niveau des connaissances professionnelles et de compléter l'instruction générale des apprentis et jeunes employés des deux sexes appartenant au commerce et à l'industrie du papier, au moyen de cours professionnels;

2° d'exciter leur émulation et de développer leur habileté manuelle, afin de former des ouvriers d'élite, grâce à des concours de travaux manuels;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° d'encourager, par des récompenses, l'amour de l'étude et du travail, l'assiduité, la bonne conduite à l'école, à l'atelier, au magasin et dans la famille.

Les cours professionnels sont divisés en trois sections :

1° Enseignement général, destiné à compléter les notions acquises à l'école primaire (langue française, arithmétique, etc.);

2° Enseignement du dessin appliqué à la papeterie et au cartonnage;

3° Enseignement spécial d'apprentissage théorique et pratique.

Cet enseignement comprend :

1° pour les apprentis de magasin (commis et employés) des notions générales de papeterie et d'imprimerie;

2° pour les apprentis de l'atelier (ouvriers et ouvrières) des cours sur :

la fabrication des registres;

le façonnage, la couture, le foliotage;

la fabrication des cartonnages.

Depuis 1868, cinq mille apprentis ont reçu gratuitement dans cette école les bienfaits d'un enseignement professionnel méthodique et utile, et sont devenus d'excellents ouvriers, connaissant toutes les ressources de leur profession.

L'École, reconnue d'utilité publique en 1894, compte actuellement 488 membres fondateurs, donateurs et souscripteurs.

Elle organise, en outre, des conférences sur l'économie sociale, des visites dans les principales fabriques de carton et de papier des environs de Paris, des conférences professionnelles sur des sujets relatifs à la fabrication du papier et du carton et aux diverses opérations de la transformation du papier.

A ces conférences sont conviés les patrons, les ouvriers et employés de la corporation.

Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts a pensé qu'il appartenait à notre Société d'encourager cette école professionnelle qui rend de si grands services et fonctionne dans d'aussi bonnes conditions.

Ce sont les élèves de cette école, qui seront demain de bons ouvriers, qu'il convient de récompenser pour leur assiduité et leur laborieux effort, en leur remettant des médailles de notre Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Comité de Constructions et Beaux-Arts a donc proposé de décerner six récompenses aux meilleurs élèves des cours de l'École professionnelle de la Chambre syndicale du Papier et de donner :

trois médailles d'argent à :

1° **M. Sauzéat** (René), apprenti papetier;

2° **M. Bouquet** (Guillaume), apprenti papetier;

3° **Mlle Beauchot** (Lucienne), apprentie papetière;

et trois médailles de bronze à :

1° **Mlle Boichot** (Suzanne), apprentie papetière;

2° **Mlle Magnier** (Germaine), apprentie cartonnière;

3° **Mlle Facchini** (Clémentine), apprentie cartonnière.

MÉDAILLES DE BRONZE

décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles de France.

Rapport de M. Toulon, *secrétaire*.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décerne tous les ans, dans sa séance solennelle, des médailles aux contremaîtres et ouvriers qui se sont fait remarquer par leur conduite et les services qu'ils ont rendus. Chaque médaille, à laquelle est jointe une allocation de 50 francs, porte gravé le nom du contremaître ou de l'ouvrier et la désignation soit de l'atelier industriel, soit de l'exploitation agricole à laquelle il est attaché.

Cette fondation est une des plus anciennes de notre Société et de celles auxquelles elle est le plus attachée. Les récompenses ainsi distribuées montrent que l'étroite collaboration de tous les travailleurs jusqu'aux plus modestes, la bonne entente et la cordialité des rapports entre les patrons, les contremaîtres et les ouvriers, les dévouements les plus obscurs, et par suite les plus méritoires, constituent les éléments les plus certains du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

succès des établissements industriels et des exploitations agricoles, et sont les plus sûrs garants de leur prospérité et de leur avenir. Aussi notre Société, par la continuité d'une tradition qui lui est particulièrement précieuse, pense que l'attribution de médailles aux contremaîtres et ouvriers méritants apporte un encouragement efficace à l'industrie nationale.

Parmi les propositions qui sont présentées à notre Société avec les attestations les plus élogieuses, notre Société doit faire son choix et limiter ses faveurs en écartant des candidats dignes d'un réel intérêt. C'est une élimination qui peut paraître regrettable; mais, par contre, les récompenses attribuées augmentent de valeur par la sélection rigoureuse qui nous est imposée.

Les Compagnies de Chemins de fer nous présentent de nombreux candidats; malgré les réels mérites de tous, il n'est possible d'en retenir que quelques-uns.

Pour la Compagnie P.-L.-M. les noms suivants ont été retenus :

M. Rauscher (Louis), entré à la Compagnie le 14 octobre 1878 en qualité d'ajusteur au dépôt de Dôle, est devenu contremaître le 1er janvier 1886 à Dijon-Perrigny. Pendant sa longue carrière, 34 ans de service, il s'est toujours distingué par ses aptitudes professionnelles et une grande activité.

M. Montel (Paulin), âgé de 54 ans, est depuis 33 ans à la Compagnie; après avoir débuté comme manœuvre, il est actuellement peintre aux ateliers de voitures de Villeneuve-Saint-Georges et s'est fait particulièrement remarquer par son exactitude et une conduite exemplaire.

M. Lamboley (Charles), âgé de 53 ans, a aussi 33 ans de présence à la Compagnie. Il est actuellement monteur aux ateliers de machines de Paris; c'est un agent très méritant sous tous les rapports.

M. Spies (Hector), âgé de 50 ans, compte 32 années de service comme ajusteur et chef ajusteur; il est digne d'être particulièrement recommandé.

Pour la Compagnie de l'Est, voici les candidats que la Société récompense :

M. Bongur (Romain), chef d'équipe ajusteur au dépôt de Reims; pendant 33 ans de service, s'est distingué par son zèle, son aptitude au travail et sa moralité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Gusse (Eugène) compte 38 ans de service à la Compagnie ; successivement ajusteur, visiteur, enfin chef d'entretien, à Reims dans le service du matériel roulant, il a toujours fait preuve du plus grand dévouement et a conquis l'estime et la confiance de tous ses chefs.

M. Briot (Edouard) est entré à la Compagnie le 21 juillet 1874. Depuis cette époque, il n'a cessé d'appartenir à la Compagnie que pendant la période du service militaire. Titulaire de la médaille d'honneur depuis le 1er juillet 1912. Il est maintenant contremaître adjoint et ses excellents services ont toujours été appréciés.

A la Compagnie d'Orléans, trois candidats reçoivent des récompenses. Ce sont :

M. Dephot (Étienne), manœuvre, à l'exploitation, à Busseau, compte 31 ans de bons services.

M. Glaume (Louis-Auguste), chef de dépôt de la voie à Brétigny, est depuis 30 ans à la Compagnie, a fait preuve d'intelligence en imaginant un appareil d'enclenchement pour la manœuvre des ailes des sémaphores.

M. Boutonnet (Adolphe), contremaître dans les ateliers de la traction à Périgueux, depuis 19 ans à la Compagnie, est très méritant et s'est distingué par les excellents résultats qu'il a obtenus dans la modification et la transformation de certaines machines-outils.

Deux médailles sont accordées à des contremaîtres de l'Établissement central du Matériel aéronautique de Chalais-Meudon :

M. Fortier, chef du service des essais au laboratoire depuis 28 ans.

Mme Meunier, contremaîtresse, entrée à l'Établissement de Chalais-Meudon en 1885.

Deux médailles sont accordées à des ouvriers des Établissements Kuhlmann :

M. Pante (Léonard), âgé de 72 ans, qui compte 45 ans de service dans la maison comme débardeur. Il a élevé 7 enfants qui sont actuellement tous mariés. C'est une longue vie de travail digne de récompense.

M. Carbonnier (Alexandre), âgé de 72 ans, a également de longs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

services, 38 ans. Il est employé à Loos pour conduire un bateau de chlore liquide. Il a élevé 6 enfants et c'est un excellent serviteur.

La Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin obtient deux médailles parmi les candidats qu'elle présente.

M. Véniat (Léandre), contremaître, âgé de 67 ans, qui compte 51 ans de bons et loyaux services.

M. Druart (Louis), contremaître très apprécié, est âgé de 61 ans et fait partie du personnel des usines depuis 48 ans.

La Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons reçoit deux médailles pour deux candidats qui ont de très longs états de service :

M. Beauclard (Gilbert), contremaître aux usines de Saint-Jacques à Montluçon, qui compte 53 ans de service. Il s'est distingué dans la construction des fours, en particulier les fours Siemens à récupération, et a obtenu de nombreuses améliorations.

M. Duchet (Alexandre), chef d'atelier de forges, aux Houillères de Saint-Éloy (Puy-de-Dôme), s'est toujours montré dévoué et travailleur pendant ses 53 ans de présence à la Compagnie.

A la Société des Ciments français et de Portland (Demarle, Lonquéty et Fanchon), deux candidats méritent d'être signalés :

M. Dupuis (Eugène), ancien chef meunier, a 52 ans de présence.

M. Douchet (Stanislas), contremaître, est au service de la Société, depuis 45 ans.

Tous deux sont des pères de famille très méritants.

La maison Blanzy-Poure et C^ie^, de Boulogne-sur-Mer, obtient deux récompenses :

M^lle^ Laplace (Antoinette), depuis 49 ans dans la maison, titulaire d'une médaille d'honneur du Ministère du Commerce et d'une médaille de vermeil de la Société des Apprentis, a toujours donné toute satisfaction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mme Vve Simon (Augustine), assidue à son travail depuis son entrée dans la maison il y a 49 ans, est aussi titulaire d'une médaille d'honneur du Ministère du Commerce et d'une médaille de vermeil de la Société des Apprentis.

La Société anonyme de Pérenchies (Établissements Agache fils), présente deux candidats méritants :

M. Hequin (Gustave), mécanicien, âgé de 63 ans, compte 48 ans de service.

M. Millevylle (Émile), contremaître aux peigneuses d'étoupes, est depuis 47 ans dans la maison.

Pour la maison Pénicaud, Malâtre et Compagnie, deux candidats doivent être signalés :

Mlle Michée (Marie), ourdisseuse, a 33 ans d'excellents services.

M. Bergnier (Martial), mécanicien, contremaître de tissage à l'atelier d'Iron, est depuis 24 ans dans la maison, qui fait le plus grand éloge de ses services et de son caractère.

L'Imprimerie Chaix a deux candidats dignes d'être récompensés :

M. Simon (Jean), entré il y a 38 ans dans la maison, est intelligent, consciencieux, dévoué et actif. Chef d'équipe depuis 20 ans, il a toujours donné des preuves de très grande habileté.

M. Laurent (Auguste) compte aussi 38 ans de service; il est conducteur typographe et donne complète satisfaction à ses chefs par son intelligence et son initiative.

Dans les Établissements A. Bajac, **M. Mancheron** (Louis), ajusteur mécanicien, a commencé son apprentissage à l'usine de Liancourt il y a 27 ans; il est devenu d'une grande habileté dans le travail de construction des machines agricoles et s'est toujours distingué par son zèle et sa conduite.

A la maison Lièvre :

M. Neyer (Émile), employé depuis 23 ans, est particulièrement méritant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la Fonderie et les Ateliers de la maison veuve Olivier-Lefèvre à Saint-Quentin :

M. Furet (Clovis), contremaître, est au service de la même maison depuis 24 ans. La Société industrielle de Saint-Quentin lui a décerné une médaille en 1912. Il a toujours fait preuve d'un véritable dévouement.

A l'Imprimerie de la Librairie agricole :

M. Dutreix (Charles), qui a débuté comme apprenti typographe il y a 40 ans, à Lons-le-Saulnier, est actuellement chef du service de l'impression des journaux de la Librairie agricole. Ses patrons font le plus grand éloge de son zèle et de son mérite.

Dans les Établissements de brochage veuve Henri Maudoux :

Mme veuve Lemuet, contremaîtresse brocheuse, n'a cessé, depuis 46 ans, de se dévouer à sa tâche; elle a obtenu une médaille du Ministère du Commerce.

Parmi les ouvriers agricoles :

Mme veuve Barbier (Alphonsine), attachée depuis 50 ans au domaine de Landelles près Courville (Eure-et-Loir), est employée comme jardinière et chargée de la basse-cour. Son mari et son fils se sont succédé et sont restés fixés sur le même domaine. C'est une famille tout à fait méritante qui est ainsi récompensée par l'attribution d'une médaille à la mère si digne et si respectable.

Telle est, Messieurs, l'énumération trop courte des principaux mérites qui nous sont signalés. Par ses récompenses, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale adresse un juste hommage à la dignité de la vie, au dévouement et au travail qui sont les conditions nécessaires de la prospérité générale et du progrès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES RÉCOMPENSES

DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1913

PRIX SPÉCIAUX

Grande médaille d'or à l'effigie de Chaptal, décernée à la Société industrielle de l'Est, Nancy, sur le rapport de M. Gruner, au nom du Comité de Commerce.

Médaille d'or grand module, décernée à M. Paul Nicolardot, sur le rapport de M. Trillat, au nom du Comité des Arts chimiques.

Prix Fourcade, décerné à M. Émile Desmadrille, sur le rapport de M. Hitier, secrétaire.

Médailles J.-B. Dumas décernées à M. A. F. Marxer et à M. Louis Marétheux, sur le rapport de M. Hitier, secrétaire.

MÉDAILLES COMMÉMORATIVES

MM. Maurice Leblanc : Communication sur *Les grandes vitesses en mécanique* (séance du 10 janvier 1913).

Lucien Delloye : Communication sur *La fabrication mécanique du verre à vitres* (séance du 11 avril 1913).

Dybowski : Communication sur *Le rouissage chimique des fibres végétales* (séance du 25 avril 1913).

Henri Chaumonot : Communication sur *La question des docks flottants* (séance du 25 avril 1913).

Camille Matignon : Communication sur *Le problème de la fixation industrielle de l'azote* (séance du 23 mai 1913).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES D'OR, DE VERMEIL ET D'ARGENT

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS désignés par les Comités	TRAVAUX qui ont motivé l'attribution de la médaille.
	MÉDAILLES D'OR		
	MM.	MM.	
1	Maurice Delaporte.	Terré.	Invention de l' « éjectair » Breguet.
2	Blot-Garnier et G. Chevalier.	Masson.	Dispositif de remontage électrique des horloges.
3	N. G. Martin-Mayeur.		
4	G. Petit.	Livache.	Zinox, produit destiné à la peinture.
5	Georges Abt.	Petitpont.	Ensemble de ses travaux sur les cuirs et les peaux.
6	Albert Portevin.	L. Guillet.	Ensemble de ses travaux de métallurgie.
7	G. Eiffel.	Lt-Cel Renard.	Travaux de météorologie.
8	Commandt Roche.	D. Berthelot.	Création de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique.
9	Ch. Monchicourt.	Hitier.	Étude du Haut-Tell en Tunisie.
10	Gustave André.	Mü	Travaux de chimie agricole.
11	Établissements Gaumont.	Hachette.	Cinématographie en couleurs naturelles.
	MÉDAILLES DE VERMEIL		
	MM.	MM.	
1	G. Chenu.	Carnot.	Édition française du Traité d'analyse industrielle de Post et Neumann.
2	M. Pellet.		
3	Cl. Chômienne.	Baclé.	Ensemble de ses publications techniques.
4	L. Clément.	Haller.	Ensemble de leurs travaux sur l'acétylcellulose.
5	C. Rivière.		
6	Ch. Goutereau.	Lt. Cl Renard.	Travaux de météorologie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS désignés par les Comités	TRAVAUX qui ont motivé l'attribution de la médaille.
	MÉDAILLES DE VERMEIL (*Suite*)		
	MM.	MM.	
7	Pierre Marié.	Féry.	Invention de l' « insectoscope ».
8	G.-A. Andrault.	Hillairet.	Invention de l'olisthographe.
9	Benker et Millberg.	Lindet.	Introduction de l'excavateur Wenk en France.
10	Georges Truffaut.	Schribaux.	Ouvrage sur les ennemis des plantes cultivées.
	MÉDAILLES D'ARGENT		
	MM.	MM.	
1	Louis Rousselet.	Sauvage.	Ouvrage sur les appareils de levage.
2	H. de Morin.	Masson.	Ouvrage sur les appareils d'intégration.
3	Maurice Sirot.	Livache.	Travail sur l'ocre.
4	Georges Joret.		
5	Albert Durand.	Lindet.	Cours sur l'industrie linière.
6	Nicolas Herzmark.	De Ribes-Christofle.	Invention de la transmission à distance C. A. D.
7	Maurice Fernez.	d'Allemagne.	Appareil destiné à permettre le séjour dans les milieux irrespirables.

MÉDAILLES DE SALVERTE

décernées aux ouvriers du bâtiment.

Louis Lengagne.	Ouvrier cimentier.
Jean-Baptiste Gay.	Ouvrier céramiste.

MÉDAILLES DÉCERNÉES AUX APPRENTIS

Médailles d'argent.

Sauzéat René.	Apprenti papetier.
Bouquet Guillaume.	— —
Mlle Beauchot Lucienne.	Apprentie papetière.

Médailles de bronze.

Mlle Boichot Suzanne.	Apprentie papetière.
Mlle Magnier Germaine.	Apprentie cartonnière.
Mlle Facchini Clémentine.	— —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES DE BRONZE

DÉCERNÉES AUX OUVRIERS ET CONTREMAITRES DES ÉTABLISSEMENTS AGRICOLES ET MANUFACTURIERS

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS DES LAURÉATS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS APPARTIENNENT LES LAURÉATS.
1	Rauscher (Louis)	35	Contremaître d'entretien à la *Cie des chemins de fer de P.-L.-M.*, à Dijon.
2	Montel (Paulin)	33	Peintre aux ateliers de la *Cie des chemins de fer de P.-L.-M.*, à Villeneuve-St-Georges.
3	Lamboley (Charles).	33	Monteur aux ateliers de la *Cie des chemins de fer de P.-L.-M.*, à Paris.
4	Spies (Hector).	32	Chef-ajusteur aux ateliers de la *Cie des chemins de fer de P.-L.-M.*, à Paris.
5	Bongur (Romain)	33	Chef d'équipe ajusteur à la *Cie des chemins de fer de l'Est*, à Reims.
6	Gusse (Eugène)	38	Chef d'entretien du matériel roulant à la *Cie des chemins de fer de l'Est*, à Reims.
7	Briot (Édouard).	39	Contremaître-adjoint à la *Cie des chemins de fer de l'Est*, à Reims.
8	Dephot (Étienne).	31	Manœuvrier à la *Cie du chemin de fer d'Orléans*, à Busseau.
9	Glaume (Louis)	30	Chef de dépôt à la *Cie du chemin de fer d'Orléans*, à Brétigny.
10	Boutonnet (Adolphe).	19	Contremaître d'ajustage à la *Cie du chemin de fer d'Orléans*, à Périgueux.
11	Fortier.	28	Chef du service des essais au *Laboratoire d'Aéronautique militaire* de Chalais-Meudon.
12	Meunier (Mme).	28	Contremaîtresse à l'*Établissement central du matériel aéronautique militaire* de Chalais-Meudon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS DES LAURÉATS.	ANNÉES DE SERVICE	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS APPARTIENNENT LES LAURÉATS.
13	Pante (Léonard).	45	Débardeur aux *Établissements Kuhlmann*, à Lille.
14	Carbonnier (Alexandre).	38	Batelier aux *Établissements Kuhlmann*, à Lille.
15	Véniat (Léandre)	51	Contremaître à la *Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries* de Denain et d'Anzin.
16	Druart (Louis)	48	Contremaître à la *Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries* de Denain et d'Anzin.
17	Beauclard (Gilbert)	53	Contremaître aux *usines St Jacques, Cie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons*, à Montluçon (Allier).
18	Duchet (Alexandre)	53	Chef d'atelier de forges aux *houillères de St Éloy, Cie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons*, à Saint-Eloy-les-Mines.
19	Dupuis (Eugène).	52	Chef meunier à la *Société des Ciments français et des Portland (Demarle et Lonquéty)*, de Boulogne-sur-Mer.
20	Douchet (Stanislas)	45	Contremaître à la *Société des Ciments français et des Portland (Demarle et Lonquéty)*, de Boulogne-sur-Mer.
21	Laplace (Antoinette).	49	Contremaîtresse chez *MM. Blanzy-Poure et Cie*, à Boulogne-sur-Mer.
22	Simon (Mme Vve)	49	Ouvrière chez *MM. Blanzy-Poure et Cie*, à Boulogne-sur-Mer.
23	Hequin (Gustave)	48	Mécanicien à la *Société anonyme de Pérenchies, Établissements Agache Fils*, à Pérenchies.
24	Millevylle (Émile).	47	Contremaître à la *Société anonyme de Pérenchies, Établissements Agache Fils*, à Pérenchies.
25	Michée (Marie).	33	Ourdisseuse chez *MM. Pénicaud, Malâtre et Cie*, à Iron.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS ET PRÉNOMS DES LAURÉATS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS APPARTIENNENT LES LAURÉATS.
26	Bergnier (Martial)	24	Contremaître chez *MM. Pénicaud, Malâtre et Cie*, à Iron.
27	Simon (Jean)	38	Chef d'équipe à l'*Imprimerie Chaix*, à Paris.
28	Laurent (Auguste).	38	Conducteur typographe à l'*Imprimerie Chaix*, à Paris.
29	Mancheron (Louis).	27	Ajusteur mécanicien aux *Établissements A. Bajac*, à Liancourt.
30	Neyer (Émile).	23	Employé chez *M. Lièvre*, à Paris.
31	Furet (Clovis).	24	Contremaître chez *M. Pierre Flamant, fondeur constructeur*, à Saint-Quentin.
32	Dutreix (Charles)	40	Chef de service de l'*Impression des journaux de la Librairie agricole*, à Paris.
33	Lemuet (Mme Ve).	46	Contremaîtresse brocheuse chez *Mme Vve Henri Maudoux*, à Paris.
34	Barbier (Mme Ve) (Alphonsine). .	50	Jardinière au *domaine de Landelles* près Courville.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HYGIÈNE

LA MANUTENTION ET L'EMMAGASINAGE DES LIQUIDES INFLAMMABLES

sans danger d'incendie, par les procédés Martini et Huneke (1).

Les procédés Martini et Huneke que nous allons décrire ont déjà fait l'objet d'une communication à la Société des Ingénieurs civils de France par M. Mariage, Directeur général de la Compagnie des Omnibus de Paris.

C'est, en effet, la Compagnie des Omnibus qui a introduit en France les procédés Martini et Huneke pour la protection des dépôts d'hydrocarbures au moment où elle venait d'obtenir de la Ville de Paris le renouvellement de sa concession; elle se trouvait dans l'obligation de créer d'importants garages pour les nouveaux omnibus automobiles, et par suite de prévoir dans ces garages des approvisionnements considérables de carburant pour alimenter ses voitures.

Précisément, à la même époque, le Préfet de Police, ému de l'augmentation rapide en nombre et en importance des garages d'automobiles dans Paris avec approvisionnement de carburant, se proposa d'étudier quels dispositifs l'on pourrait prescrire pour éviter les dangers d'incendie dus à des liquides essentiellement inflammables.

M. Walckenaer, alors Ingénieur en chef des Mines, qui avait été chargé par le Préfet de Police d'étudier cette question, se documenta sur les mesures qui étaient appliquées dans les pays étrangers, et ne retint dans son rapport publié au bulletin du Conseil d'Hygiène du 28 mai 1909 que les seuls procédés Martini et Huneke comme capables de procurer une sécurité suffisante.

De son côté la Compagnie des Omnibus, dont les ingénieurs firent également une enquête en divers pays et notamment en Allemagne, aboutit aux mêmes conclusions et décida de faire dans ses nouveaux garages l'application de ces procédés.

C'est en somme l'industrie automobile qui, en France, a attiré l'attention

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 13 juin 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des pouvoirs publics sur le danger des liquides inflammables; cependant cette industrie n'est pas la seule, il s'en faut de beaucoup, qui utilise des liquides dangereux. Il suffira de citer, par exemple, les poudreries qui emploient des quantités considérables d'éther et d'alcool, les teintureries qui utilisent la benzine pour le dégraissage, les fabriques de caoutchouc, de couleurs, de vernis, les mines dont les lampes s'alimentent souvent d'essence ou de pétrole, enfin le chauffage et l'éclairage domestiques.

Nous ne nous proposons pas aujourd'hui de revenir sur les descriptions faites en 1911 par M. Mariage à la Société des Ingénieurs civils de France, mais, après les avoir rappelées sommairement, nous voulons montrer l'évolution qu'a subie en France l'application des procédés Martini et Huneke, et comment on peut, au moyen de variantes des mêmes principes, arriver à protéger très efficacement les réservoirs placés au-dessus du sol qui sont généralement utilisés dans les grands entrepôts de pétrole, d'essence ou autres liquides dangereux.

Nous rappellerons d'abord le principe imaginé dès 1904 par MM. Martini et Huneke et qui a été le point de départ de tous les procédés employés depuis pour la protection des liquides inflammables. Le liquide à emmagasiner est placé dans un réservoir souterrain (fig. 1) dans lequel l'air est remplacé par un gaz inerte, azote ou acide carbonique. Aucune flamme ne peut donc se produire à l'intérieur du réservoir qui est en outre recouvert par une couche de sable de 1 m ou 1,50 m de façon à être absolument à l'abri de l'échauffement en cas d'incendie extérieur. C'est la pression du gaz à la surface du liquide qui le fait monter à travers les conduites de distribution. Ces conduites de distribution, et c'est là la caractéristique essentielle des procédés Martini et Huneke, sont à double enveloppe et constituées par deux tuyaux concentriques comme le représente la coupe AB de la figure 1. Le liquide circule dans la partie centrale tandis que la partie annulaire est en communication permanente par l'intermédiaire d'un petit branchement avec l'atmosphère de gaz inerte du réservoir, de telle sorte qu'en cas de rupture de la canalisation, ce gaz s'échappant à l'atmosphère cesse d'exercer à la surface du liquide la pression nécessaire à le mettre en mouvement, et le liquide redescend alors par son propre poids dans le réservoir. S'il s'établit pour une cause quelconque une communication entre les deux enveloppes de la canalisation, le même phénomène se reproduit, la pression s'équilibrant entre le liquide et le gaz, et si c'est un incendie qui détruit une des canalisations de distribution, il n'y a aucun danger de retour de flamme au réservoir, puisque cette flamme, arrivant dans une atmosphère inerte, s'éteindra aussitôt. C'est là tout le principe des installations Martini et Huneke et il a été étendu d'une façon rigoureuse à tous les appareils ainsi que nous allons le voir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

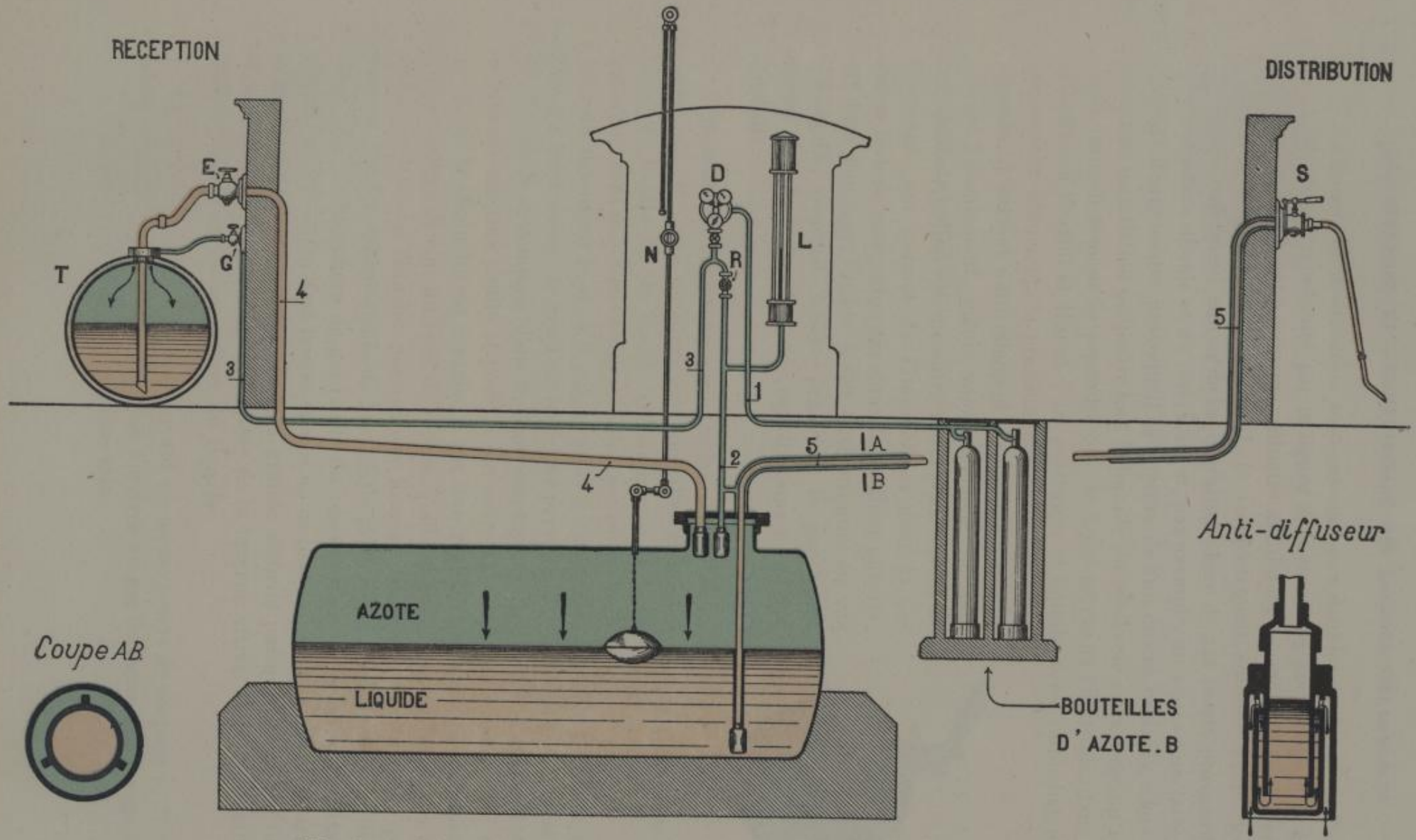


Fig. 1. — Schéma d'une installation d'après les procédés MARTINI & HUNEKE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les robinets de distribution sont eux-mêmes à double enveloppe, et l'un de ces robinets est représenté par la figure 2, et en coupe par la figure 3. Il est composé d'un robinet à soupape ordinaire muni d'un ressort et d'un levier, de façon à se fermer automatiquement, et complètement entouré d'une double enveloppe enfermant autour de lui une atmosphère de gaz inerte provenant de la canalisation double et du réservoir; si, par exemple, au cours d'un incendie, la chute d'une poutre provoquait la rupture de l'un de ces robinets, alors que dans une installation ordinaire tout le liquide du réservoir sous pression viendrait immédiatement se répandre sur le foyer même de l'incendie, dans une installation Martini et Huneke, au contraire, le liquide cesse immédiatement de pouvoir affluer et, la pression du réservoir ayant disparu, il devient naturellement impossible d'en provoquer l'écoulement, même volontairement. Le robinet de distribution est en outre muni d'un volant de bloquage, qui permet de l'immobiliser dans la position fermée mais non pas dans la position ouverte, et d'un bouchon, fusible à 60° environ qui, en cas d'incendie, pourrait laisser échapper le gaz avant même que la destruction des canalisations ne se soit produite.

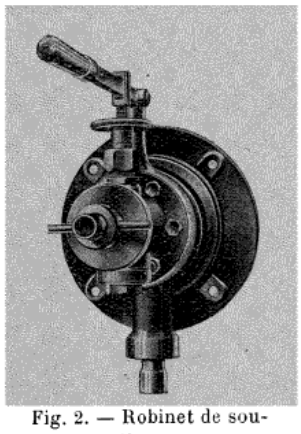


Fig. 2. — Robinet de soutirage.

L'installation comprend en outre les éléments suivants (fig. 1) : une ou plusieurs bouteilles B contenant de l'azote ou de l'acide carbonique sous forte pression, sont mises en communication par un tuyau 1 avec un détendeur D, d'où le gaz, ramené à une pression de 500 à 1 000 g/cm^2 suivant les besoins, se rend au réservoir par une canalisation 2. L'indicateur de niveau N se compose d'un flotteur suspendu à l'extrémité d'une chaînette qui passe sur une poulie et porte à son autre extrémité un contrepoids; une partie de la chaînette est remplacée par une réglette graduée, en aluminium, qui se déplace devant un trait de repère. Tout cet ensemble est logé dans une gaine absolument étanche, portant une lucarne vitrée à travers laquelle peuvent se lire les déplacements de la réglette graduée, et communiquant librement avec l'atmosphère de gaz inerte du réservoir. Ce dispositif extrêmement simple évite l'emploi d'un presse-étoupe ou de tout autre dispositif qui pourrait gripper ou fuir; il présente une très grande sécurité puisque, en cas de fuite et notamment de rupture de la glace de la lucarne vitrée, il devient immédiatement impossible de soutirer du liquide.

Un manomètre à mercure L servant en même temps de soupape de sûreté est en communication constante avec l'arrivée du gaz de façon à éviter qu'il y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ait jamais dans le réservoir une pression excessive. Il se compose de deux cuvettes en fonte : la cuvette inférieure, étanche et dans laquelle existe la pression du gaz, est reliée à la cuvette supérieure qui communique librement avec l'atmosphère, par deux tubes, l'un en verre sur lequel on lit la hauteur de la

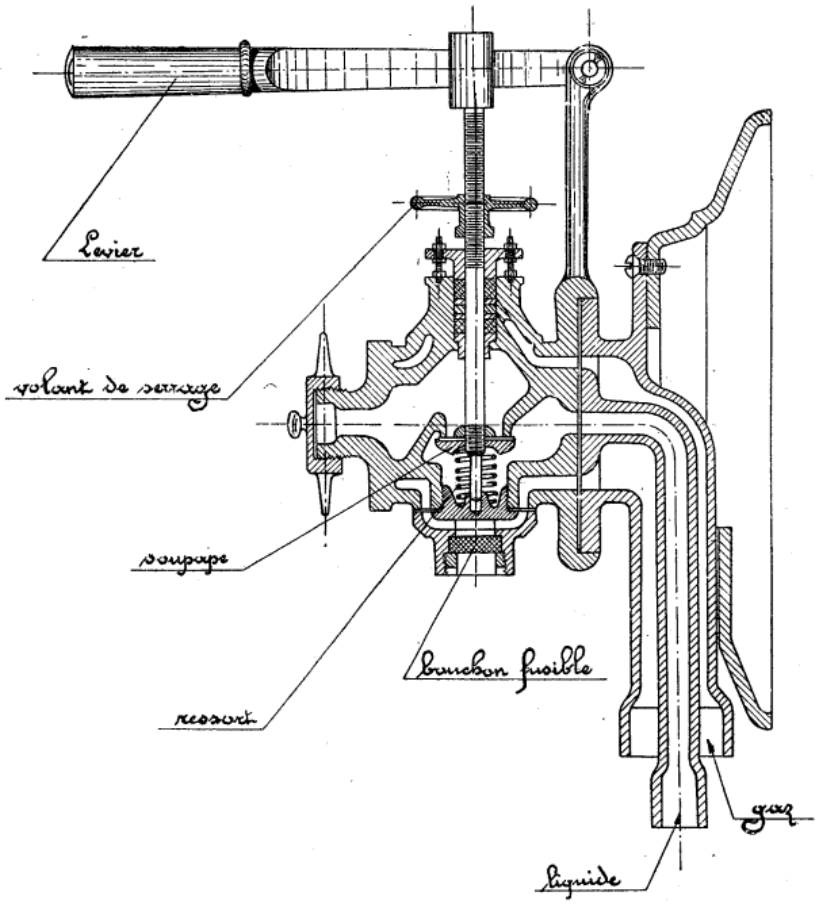


Fig. 3. — Coupe d'un robinet de soutirage.

colonne de mercure, l'autre en fer qui affleure le fond de la cuvette supérieure et plonge dans le mercure de la cuvette inférieure. En cas d'excès de pression pour une raison quelconque, le gaz en excès s'échappe par la cuvette supérieure après y avoir refoulé le mercure contenu dans le tube en verre, et le mercure redescend à la cuvette inférieure par le tube latéral. En un mot, c'est une soupape de sûreté qui ne peut jamais gripper.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La réception du liquide est assurée par un poste composé de deux robinets, l'un E permettant au liquide de descendre par la conduite 4, tandis que l'autre G permet, par l'intermédiaire de la conduite 3 du robinet R et de la conduite 2, au gaz du réservoir de remonter dans le tonneau T pour y prendre la place du liquide. Il suffit dès lors d'amorcer le siphon de la conduite 4 par le robinet E en envoyant momentanément une surpression de gaz dans le tonneau, pour qu'ensuite l'échange entre le gaz et le liquide se fasse automatiquement, et il

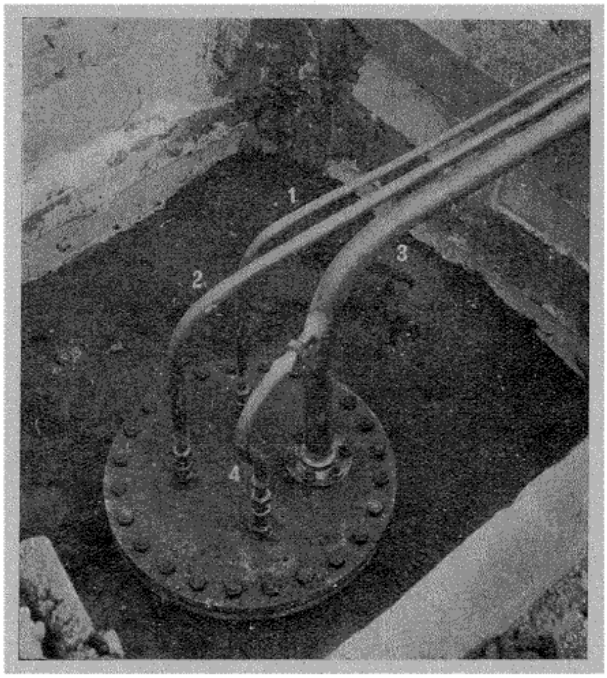


Fig. 4. — Expériences de Montreuil-sous-Bois.

en résulte que les fûts de transport, une fois vides de liquide, sont remplis de gaz inerte et par conséquent protégés contre l'explosion.

Il faut noter enfin le dispositif spécial adopté pour éviter qu'après destruction par l'incendie de tout ce qui se trouve au-dessus du sol, l'air atmosphérique ne puisse se substituer dans le réservoir au gaz protecteur. A cet effet l'extrémité de toutes les canalisations qui aboutissent à l'intérieur du réservoir, est munie d'un appareil à garde hydraulique appelé antidiffuseur. En supposant les conduites détruites, le gaz sous pression contenu dans le réservoir pourra s'échapper à l'atmosphère jusqu'au moment où il aura une pression mesurée par la petite colonne de liquide que retient obligatoirement l'antidiffuseur; il restera donc dans le réservoir une atmosphère de gaz inerte sous une pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très faible, il est vrai, mais toujours supérieure à la pression atmosphérique, de telle sorte que l'air ne pourra pas y pénétrer.

Il est très important de remarquer que dans les installations Martini et Huneke il n'existe *aucun organe mécanique* dont dépende la sécurité, et c'est

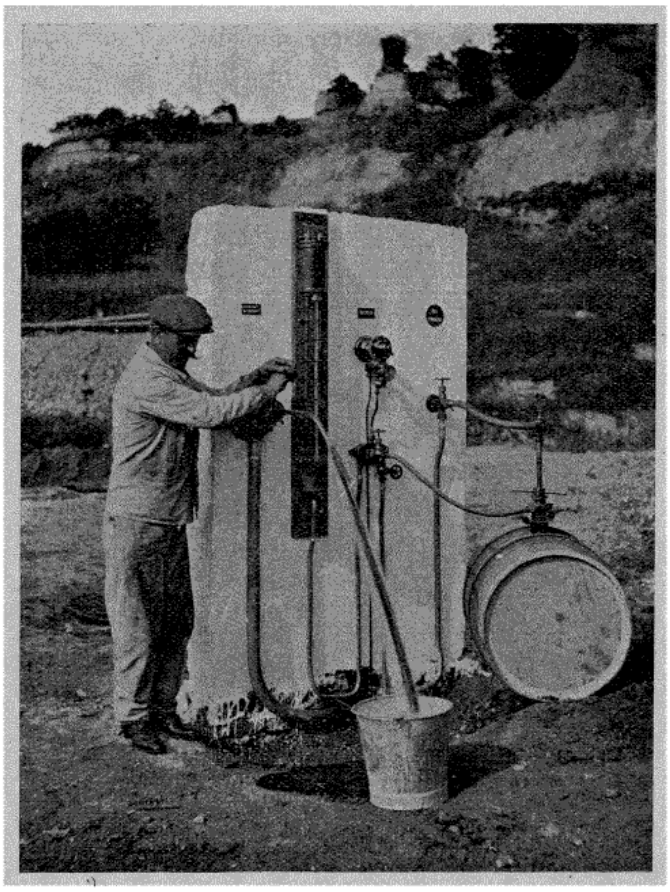


Fig. 3. — Expériences de Montreuil-sous-Bois.

pourquoi elles peuvent être considérées comme donnant le maximum de garantie contre les dangers d'incendie.

La question de l'ensablement du réservoir a cependant donné lieu à quelques contestations de la part des autorités françaises; il est vrai que ces objections étaient plutôt d'ordre administratif que d'ordre technique, car le décret de 1910 qui régit les dépôts d'hydrocarbures, n'ayant envisagé que des installations sans aucun système de prévention, spécifiait que les réservoirs doivent toujours être accessibles et facilement visitables. Néanmoins les conditions réali-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sées dans les installations Martini et Huneke sont si manifestement différentes de celles qui avaient été envisagées par le décret, qu'un certain nombre des membres du Conseil d'Hygiène n'hésitèrent pas à se déclarer favorables a l'ensablement; mais, comme ils ne réussirent pas à persuader immédiatement tous leurs collègues, il fut décidé que l'on procéderait à des expériences comparatives. Il est assez curieux de remarquer que cette précaution qui consiste à enterrer les réservoirs, et qui est aujourd'hui contestée par une partie des

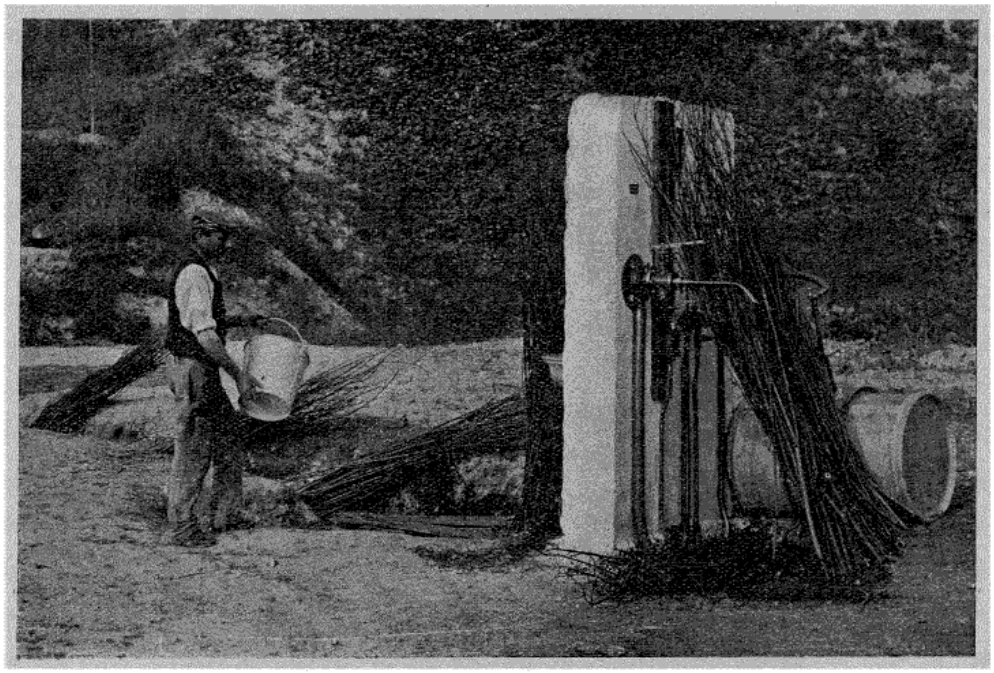


Fig. 6. — Expériences de Montreuil-sous-Bois.

autorités françaises, semble être précisément d'origine française. En effet, on peut trouver à la page 341 de l'ouvrage de MM. Porée et Livache intitulé « Manufactures et ateliers dangereux, incommodes et insalubres », édité en 1887, la citation d'un rapport de M. de Freycinet relatif aux dispositions adoptées à l'usine de Courchelettes :

« Le premier soin consiste à enterrer les barriques de pétrole dès leur arrivée; le magasin est ainsi remplacé par une aire de terre meuble au sein de laquelle les fûts sont disposés, et soustraits au contact de l'air. On les reprend un à un au fur et à mesure des besoins », et les auteurs concluent que dans certains cas l'on peut avantageusement suivre cet exemple.

Les expériences demandées par le Conseil d'Hygiène eurent lieu le 11 juil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

let 1912, à Montreuil-sous-Bois et le programme adopté fut le suivant :

1° Un réservoir de 100 l seulement étant placé dans une fosse souterraine dans laquelle on avait répandu pour simuler une fuite, une petite quantité de benzol, on introduisit une flamme dans la fosse au moyen d'une mèche; il

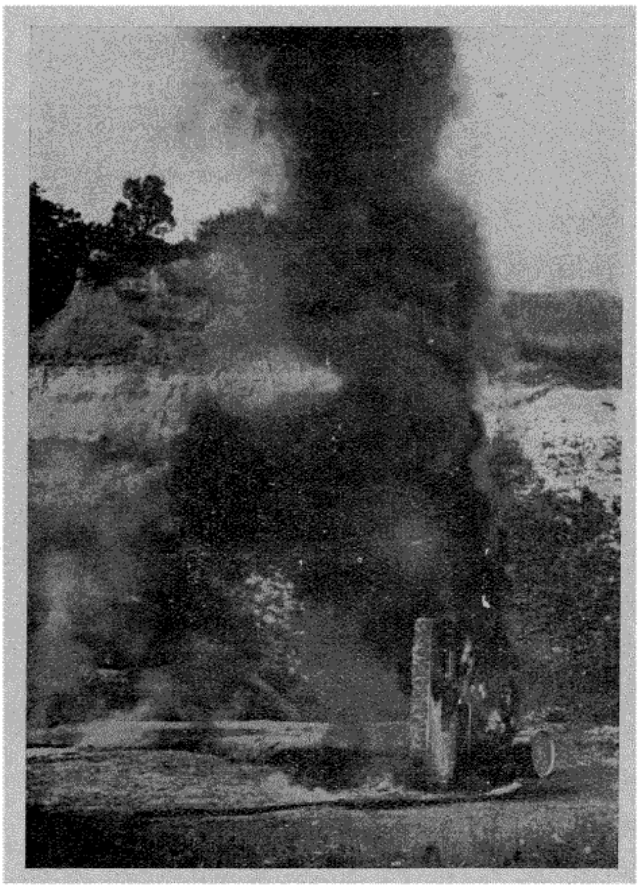


Fig. 7. — Expériences de Montreuil-sous-Bois.

se produisit immédiatement une formidable détonation et une gerbe de flamme et de fumée jaillit à 20 ou 30 m de hauteur.

2° Un autre réservoir ayant une capacité de 1000 l, c'est-à-dire 10 fois plus grande et protégé par les procédés Martini et Huneke se trouvait dans une autre fosse qui était ensablée, mais pas complètement, car le dôme sur lequel étaient jonctionnées les tuyauteries était resté apparent (fig. 4). Ces tuyauteries elles-mêmes couraient dans un caniveau découvert jusqu'à une murette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en brique supportant tous les appareils de commande de l'installation (fig. 5). Pour montrer qu'un réservoir enterré ne risquait absolument rien du fait d'une fuite même importante, il fut répandu dans le sable qui comblait la fosse autour du réservoir, 2 ou 300 l de benzol.

Après avoir fait fonctionner l'installation pour montrer qu'elle était complè-

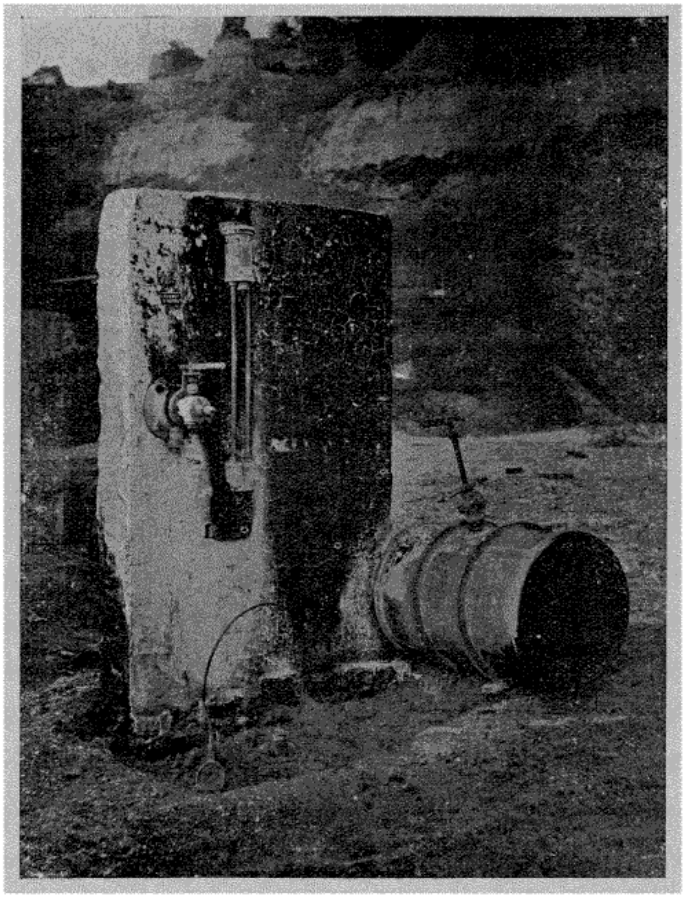


Fig. 8. — Expériences de Montreuil-sous-Bois.

tement en ordre de marche, on accumula des fagots tant devant les appareils de commande que le long des canalisations et sur le réservoir lui-même et on les arrosa de benzol (fig. 6), puis, après avoir immobilisé au moyen d'un fil de fer le levier du robinet de distribution de façon que le liquide continuât de couler, on mit le feu à cet ensemble (fig. 7). Après quelques instants, on entendit un sifflement provenant de ce que l'un des bouchons fusibles venait de partir et laissait échapper à l'extérieur l'excès de pression du gaz protecteur;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dès ce moment le liquide cessa de couler. Un tonneau de 500 l, que l'on avait laissé en relation avec l'installation comme s'il avait été surpris par l'incendie au moment même où l'on opérait un transvasement, se vida sous l'effet de la pression due à l'élévation de température et vint apporter à l'incendie un appoint considérable.

Lorsque le feu se fut arrêté faute de combustible (fig. 8), on constata que les appareils étaient entièrement détruits, que les tuyaux de plomb avaient



Fig. 6 — Compagnie générale des Omnibus, à Paris : les 10 garages de la Compagnie sont pourvus d'installations Martini et Huneke débitant ensemble de 90 000 à 100 000 litres de carburant par jour.

disparu ne laissant à leur place que des flaques de métal fondu, mais qu'il ne s'était produit dans le réservoir ni incendie ni explosion et que le liquide y était resté à l'abri du feu ; quant au fût de transport pris dans l'incendie, son contenu avait brûlé, mais il n'avait pas explosé.

L'efficacité des procédés Martini et Huneke n'a pas été démontrée seulement par des expériences, mais aussi par la pratique. En effet, la Compagnie des Omnibus de Berlin, lorsqu'elle commença à substituer la traction automobile à la traction animale, commit l'imprudence d'installer dans les mêmes locaux de la Victoriastrasse, 353 chevaux avec des approvisionnements de fourrage emmagasinés dans 3 corps de bâtiment ayant 4 étages, et 50 omnibus automobiles avec un approvisionnement de carburant de 130 000 l.

Le 26 juin 1907, un formidable incendie, qui avait pris naissance dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fourrages, détruisit complètement les bâtiments et leur contenu, à l'exception des 130000 l de benzol qui étaient protégés par les procédés Martini et Huneke. Cette réserve de carburant était contenue d'une part dans 4 réservoirs de 30000 l chacun, complètement enterrés sous le sol de la cour en bordure des bâtiments, d'autre part dans 10 réservoirs jaugeurs, d'un mètre cube chacun, également protégés contre l'incendie par les procédés Martini et Huneke, mais

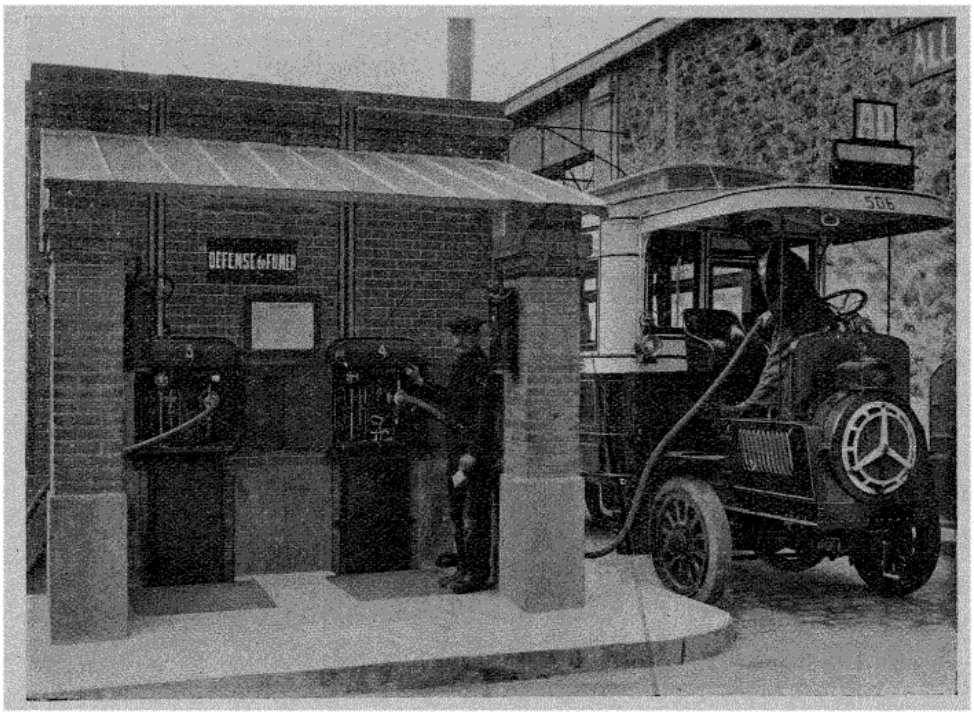


Fig. 10. — Compagnie générale des Omnibus. Installation Martini et Huneke avec réservoirs jaugeurs.

situés sous le bâtiment lui-même. L'emplissage des réservoirs des voitures se faisait à l'intérieur du garage situé au rez-de-chaussée du bâtiment, au moyen de 33 robinets de distribution. C'est sur cette importante installation que s'écroulèrent les 4 planchers du bâtiment et, malgré la violence de l'incendie et la chute des colonnes en fonte et des poutres qui supportaient ou constituaient les planchers, malgré la destruction complète de toutes les parties apparentes des tuyaux et des robinets, la totalité de l'approvisionnement de benzol resta absolument à l'abri du feu, ainsi qu'en atteste le rapport officiel du Directeur du Service d'incendie de la ville de Berlin.

Il semble y avoir, dans cette tragique expérience, une démonstration lumi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

neuse non seulement de l'efficacité du procédé Martini et Huneke, mais aussi de la protection remarquable qui résulte de l'ensablement des réservoirs. Il paraît fort probable, en effet, que si ces derniers n'ont pas été défoncés par la chute des colonnes en fonte tombant de la hauteur d'un quatrième étage, c'est bien grâce à l'épaisse couche de sable qui les entourait, car aucun plancher, si résistant soit-il, n'aurait pu les mettre à l'abri de pareil accident.

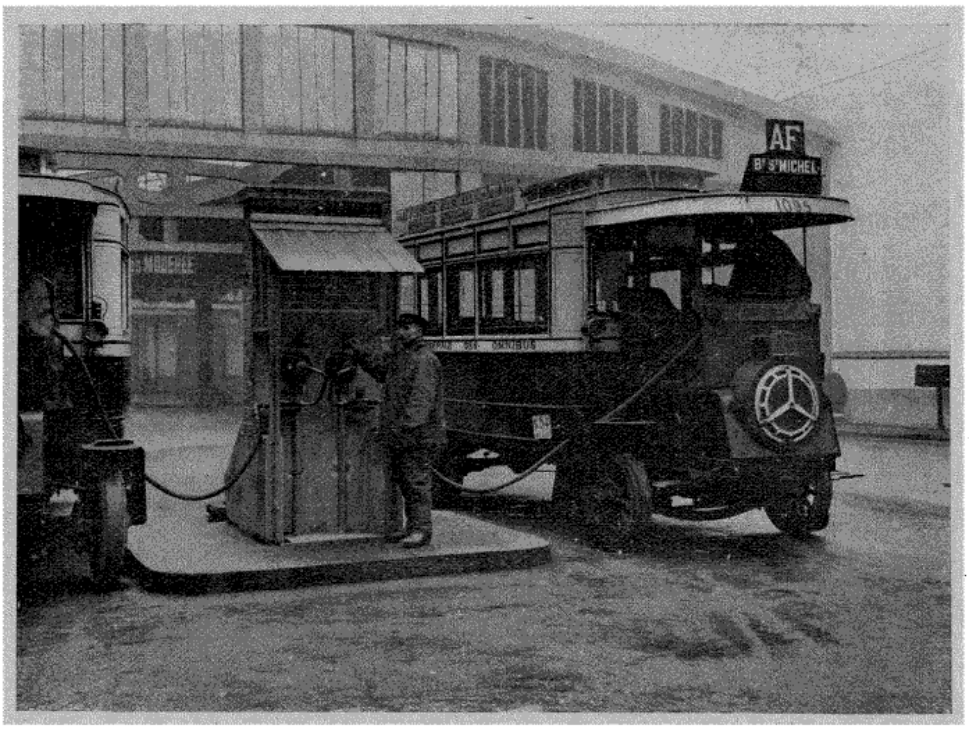


Fig. 11. — Compagnie générale des Omnibus. Installation Martini et Huneke avec compteurs.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, c'est la Compagnie générale des Omnibus de Paris qui fut la première à construire des installations Martini et Huneke dans ses garages (fig. 9). Actuellement, neuf de ces installations y sont en service, une en construction, deux en commande. Elles se divisent en deux types différents :

Dans les premières installations construites, le mesurage du liquide se fait suivant la méthode allemande (fig. 10), au moyen de vases jaugeurs, c'est-à-dire que le liquide, contenu dans les réservoirs-magasins, est d'abord transvasé dans des réservoirs cylindriques à axe vertical, enterrés et protégés, ayant une capacité de 1 m³ et munis d'un indicateur de niveau à flotteur. La section relativement faible de ce jaugeur permet d'apprécier avec une exactitude suf-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fisante, la quantité de liquide débitée; mais ce système a l'inconvénient d'être d'une construction assez coûteuse et surtout de nécessiter une deuxième manipulation, c'est-à-dire une double dépense de gaz inerte protecteur; c'est pourquoi dans les installations plus récentes, sur la proposition des constructeurs français, la Compagnie des Omnibus a fait remplacer les vases jaugeurs par de simples compteurs analogues aux compteurs d'eau (fig. 11). Ces compteurs, construits d'une façon spéciale, donnent d'excellents résultats puisque certains d'entre

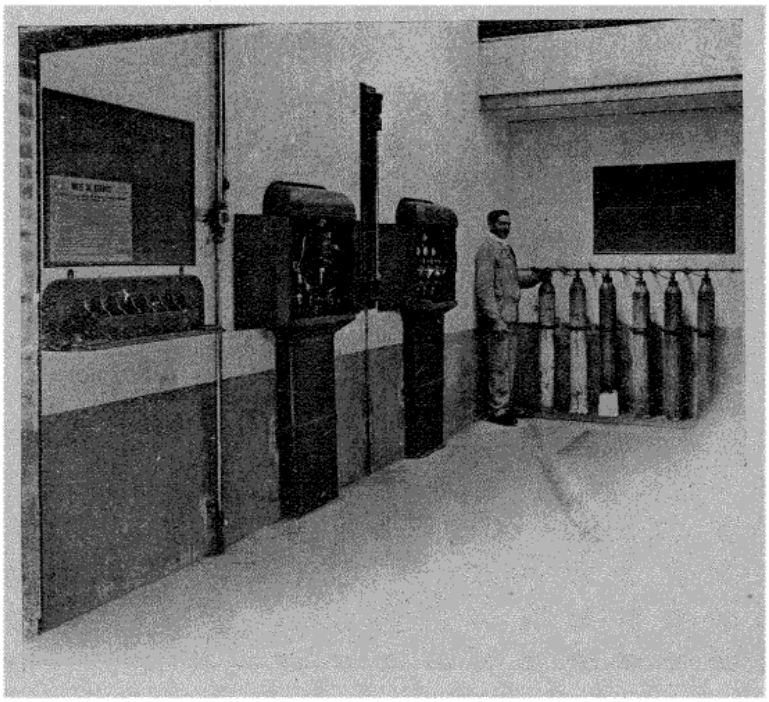


Fig. 12. — Compagnie générale des Omnibus. L'intérieur du poste principal de l'un des dépôts (au fond les bouteilles de gaz).

eux, vérifiés après une année de service, ont conservé leur exactitude primitive, ce qui démontre que leurs organes n'ont subi, pendant ce temps, ni usure ni encrassement appréciables.

La consommation de gaz inerte est la seule dépense courante des installations Martini et Huneke, et, bien qu'elle ne soit pas très considérable, il est nécessaire d'étudier dans chaque cas les dispositions les plus favorables à adopter (fig. 12).

Dans une installation bien construite, la seule dépense de gaz est celle qui est nécessaire pour provoquer l'élévation du liquide depuis le réservoir jusqu'au robinet de distribution. En admettant qu'une pression de 500 à 600 g/cm^2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit nécessaire pour ce travail, on peut en conclure qu'il faut dépenser 1 500 à 1 600 l de gaz pour manipuler 1 m³ de liquide, encore faut-il que le personnel soit soigneux, car au moment où l'on transvase le fût de transport, il est nécessaire d'établir dans ce fût pendant un temps très court une certaine pression pour amorcer le siphonnage. Pour aller plus vite, il arrive souvent que le préposé laisse constamment arriver du gaz dans le tonneau pendant qu'il laisse échapper d'un autre côté celui du réservoir, mais c'est là une manière de faire défectueuse à laquelle il suffit de s'opposer.

S'il s'agit de grandes quantités de liquide à manipuler, on aura tout avan-



Fig. 13. — Vidange d'une voiture-citerne à la Compagnie française des Automobiles de place. — Emplissage simultané de deux des réservoirs souterrains. Le plus petit des 3 tuyaux fait remonter dans le réservoir de la voiture le gaz inerte des réservoirs souterrains.

tage à employer, à la place des tonneaux, des voitures ou wagons citernes qui se videront par gravité (fig. 13 et 14) et ne nécessiteront, par conséquent, pas de siphonnage. Ces voitures ou wagons citernes pourront, d'ailleurs, être protégés aussi bien que les fûts contre l'incendie en y faisant revenir le gaz du réservoir refoulé par le liquide.

Enfin, il y a deux façons de réduire la dépense due à la consommation du gaz : ou bien le produire sur place économiquement, ce qui est possible au moyen de machines spéciales, ou bien réutiliser le gaz, c'est-à-dire le récupérer; ces deux procédés sont également recommandables, mais ne s'appliquent pas dans les mêmes conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Compagnie française des Automobiles de Place, qui possède à Levallois-Perret deux garages (fig. 15) dans lesquels sont remisés 2 600 fiacres automobiles et qui consomme journellement pour alimenter ses voitures 25 000 à 30 000 l de carburant, a fait installer dans chacun de ses garages une machine spéciale pour produire du gaz inerte. Cette machine (fig. 16) se compose essentiellement d'un moteur à essence à deux cylindres, le gaz s'échappant du premier est repris et comprimé par le deuxième, c'est-à-dire que le premier est à la fois moteur et producteur de gaz, le deuxième fonctionne en compresseur. Ces machines ont été étudiées de façon à donner une sécurité absolue, car il est indispensable qu'elles ne puissent à aucun moment produire un mélange

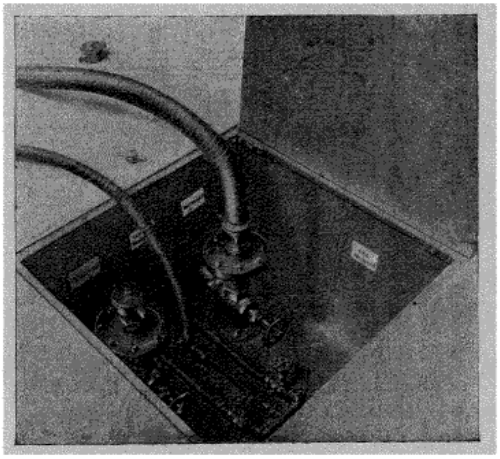


Fig. 14. — Détails de la fosse d'emmagasinage de la figure 13.

supposé inerte et qui ne le serait pas. A cet effet, elles sont munies d'un dispositif qui donne toute satisfaction, et la composition moyenne du gaz obtenu est la suivante :

Acide carbonique.	CO^2	12 à 13 p. 100
Oxygène.	O	1 p. 100
Oxyde de carbone	CO	1 p. 100
Azote	Az	85 à 86 p. 100

La machine se complète par deux épurateurs, un filtre et un accumulateur dans lequel le gaz est comprimé à 8 ou 10 kg : cm^2 La dépense d'essence est d'environ 0,125 l par mètre cube de gaz produit, c'est-à-dire qu'en tenant compte des divers frais d'entretien, le gaz ne revient certainement pas à plus de 0,10 f à 0,12 f le mètre cube.

La conduite de la machine est extrêmement facile et peut être confiée à un simple manœuvre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, la dépense de gaz nécessaire à la manipulation de l'hydrocarbure devient absolument insignifiante.

La Compagnie française des Automobiles de place a du reste eu soin, étant donnée l'importance du débit journalier, d'approvisionner ses garages non pas au moyen de tonneaux, mais au moyen de voitures citernes qui, ainsi que nous l'avons dit (voy. fig. 13), se vident par simple gravité et, par conséquent, ne peuvent occasionner aucun gaspillage de gaz; quant à la distribution du liquide elle est assurée par vingt-huit postes munis de compteurs automatiques précédés d'un robinet d'arrêt à double enveloppe et placés dans une armoire en

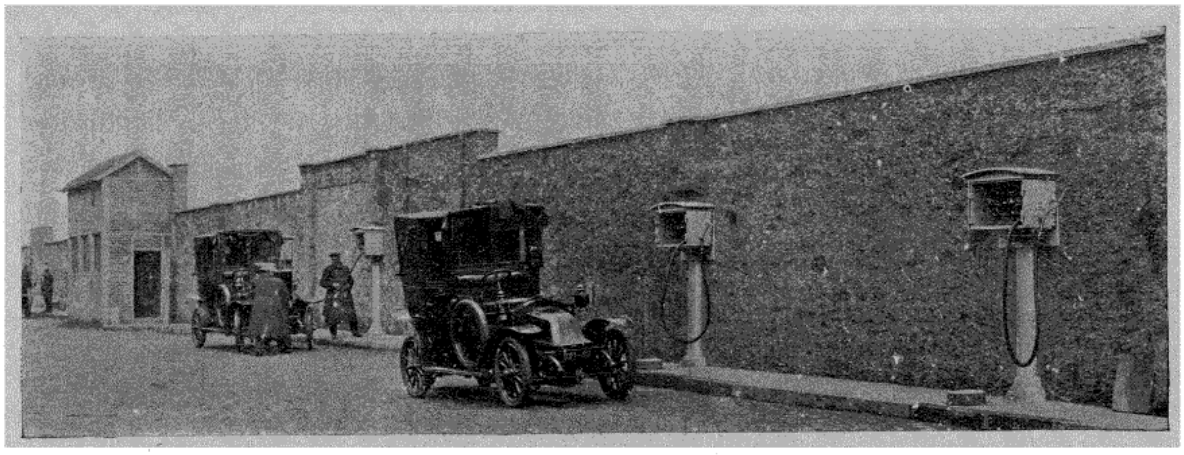


Fig. 15. — Compagnie française des Automobiles de place. Garage à Levallois-Perret.

fonte, comme le représente la figure 17. Dans chacun des deux garages, tous les postes sont alignés le long d'un même mur à 6 m d'intervalle les uns des autres; au milieu de la longueur, se trouve une petite construction abritant la machine à azote ; les réservoirs sont placés sous le pavage de la cour, au pied du mur.

Le service est assuré dans chacun des garages par trois hommes, dont deux pour s'occuper de la distribution et le troisième pour s'occuper de la machine à azote et de l'entretien en général. Chaque distributeur a la charge de six postes dans un garage et de huit dans l'autre, et chaque poste peut facilement charger trente voitures à l'heure, c'est-à-dire qu'un homme suffit à l'approvisionnement de 240 voitures à l'heure. La manœuvre s'opère de la façon suivante (fig. 17) :

Chaque compteur comporte un petit levier qui est immobilisé par une serrure. Le chauffeur qui désire acheter du carburant amène sa voiture devant un des postes et attend que le distributeur passe. Celui-ci, après avoir reçu des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mains du chauffeur les tickets ou jetons représentant la valeur du carburant à fournir, actionne le levier du compteur après avoir ouvert la serrure au moyen d'une clef spéciale. Il doit alors donner autant de coups de levier que le chauffeur désire de fois cinq litres; si le chauffeur désire recevoir quinze litres, le surveillant donne trois coups de levier puis retire sa clef et s'en va, et le liquide coule pour s'arrêter automatiquement lorsque les quinze litres sont passés. L'exactitude des appareils est d'environ 1 p. 100. Ils ont été créés

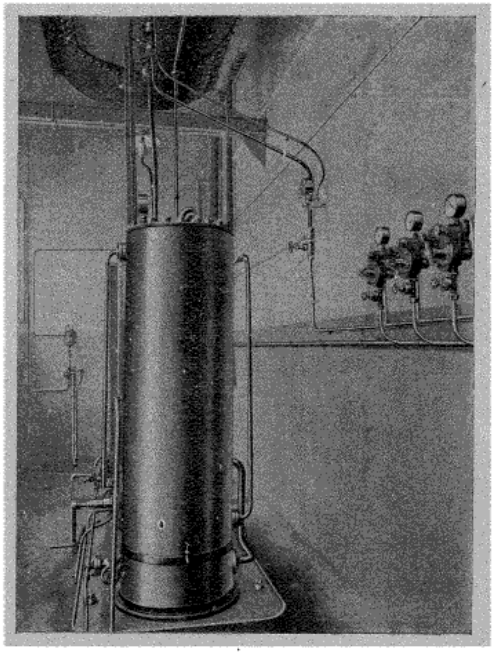


Fig. 16. — Machine productrice de gaz inerte (Compagnie française des Automobiles de place).

spécialement pour les garages d'automobiles, mais ils peuvent recevoir de nombreuses applications et commencent à s'introduire dans les raffineries de pétrole et d'essence, pour servir à l'embidonnage; grâce à leur rapidité et à leur exactitude, ils sont bien supérieurs à tous les appareils précédemment utilisés.

Nous venons de voir dans quelles proportions considérables on peut réduire la dépense de gaz inerte en produisant celui-ci sur place par un procédé économique et commode. Ainsi que nous l'avons déjà dit, il existe une autre manière de réduire cette dépense, et qui consiste à récupérer le gaz utilisé.

La récupération est évidemment intéressante mais à deux conditions, d'abord d'être économique, et ensuite de ne pas se faire au détriment de la sécurité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, il ne faut pas perdre de vue que ce qui fait la valeur du gaz inerte employé dans les installations Martini et Huneke ce n'est pas tant la matière première qui sert à le produire, que le travail nécessaire à la compression. Recueillir du gaz à la pression atmosphérique pour le recomprimer à la pression primitive, ce n'est pas faire une économie de travail, c'est simplement

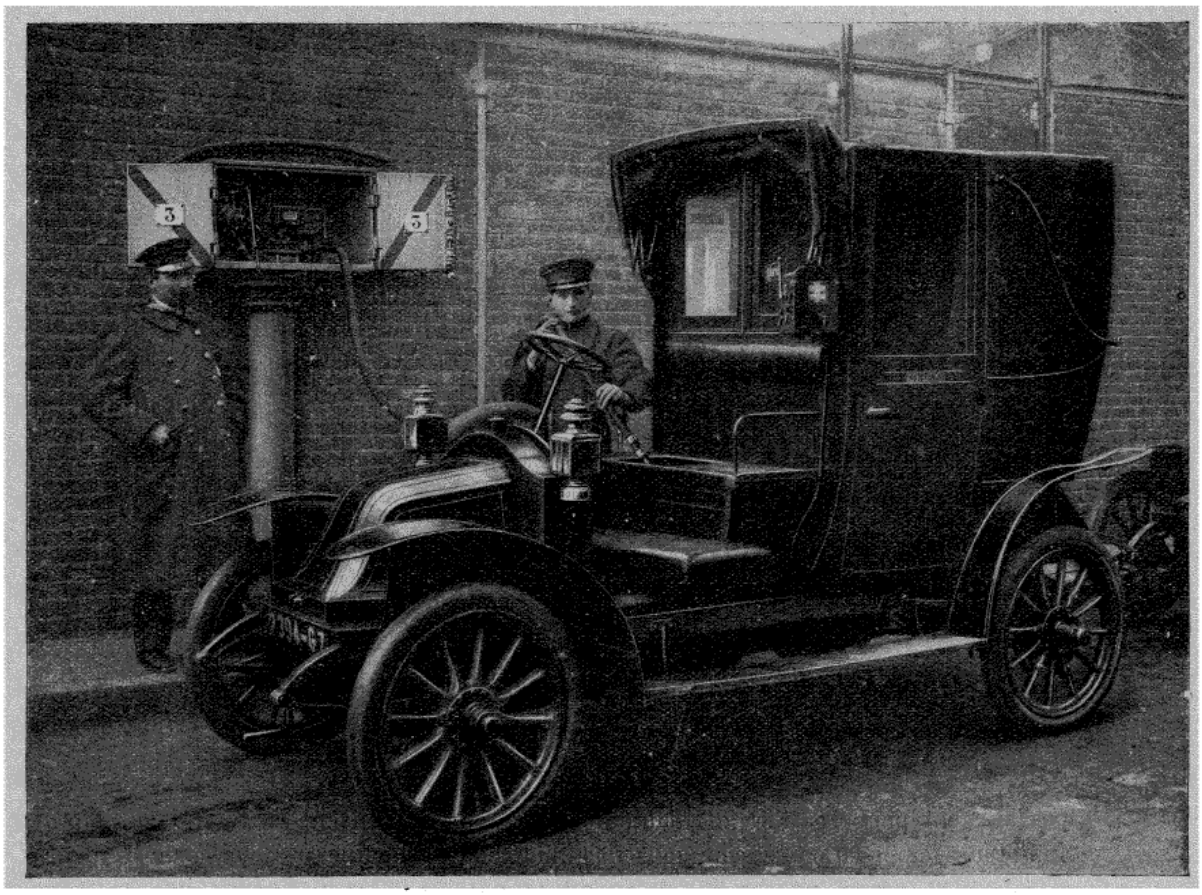


Fig. 17. — Compagnie française des Automobiles de place. — Poste de chargement.

faire chez soi ce que le producteur fait dans son atelier ; il s'agit alors de savoir si la force motrice dépensée ne coûte pas plus au consommateur qu'au producteur. Il est vrai qu'il n'est pas nécessaire de comprimer le gaz récupéré à 60 kg/cm² comme le font les producteurs d'acide carbonique, ou à 150 kg/cm² comme le font les producteurs d'azote. On pourra se contenter, par exemple, de 10 ou 15 kg/cm², mais alors il faut avoir un accumulateur de gaz dont le volume augmentera en raison inverse de la pression. En un mot, il faut peser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

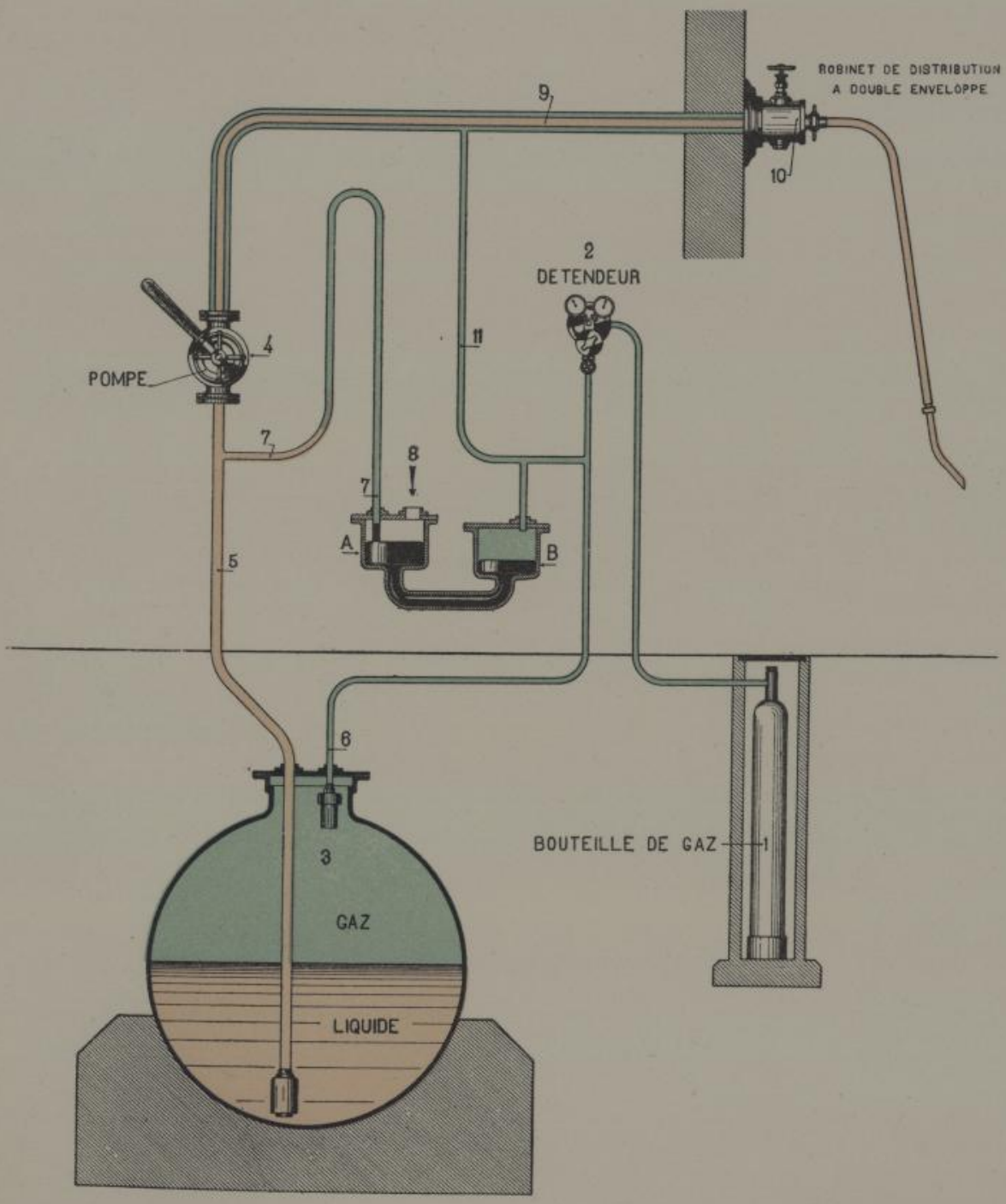


Fig. 18. — Emploi des pompes dans les procédés MARTINI & HUNEKE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

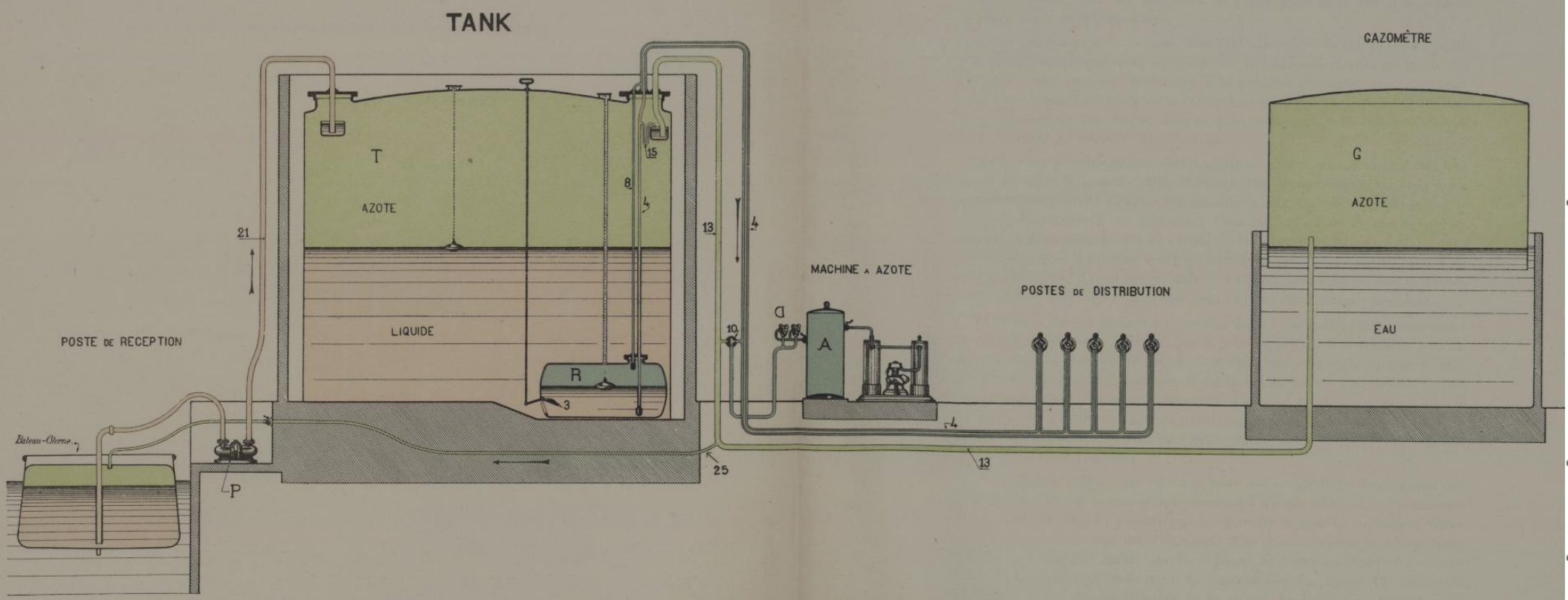


Fig. 19. — Installations de tanks protégés contre l'incendie par les procédés MARTINI & HUNEKE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les avantages et les inconvénients, et, dans bien des cas, ce travail de la récupération n'offre aucun avantage. De même, en matière de machines à vapeur, la condensation est extrêmement intéressante lorsqu'il s'agit de grosses machines, mais, pour les machines de petite puissance, elle n'occasionne qu'une dépense supplémentaire.

En ce qui concerne la sécurité, il ne faut pas perdre de vue qu'il est absolument indispensable que, dans les réservoirs et les tuyauteries, le gaz inerte soit toujours à une pression supérieure à la pression atmosphérique, car autrement toute rupture ou toute fuite existant en un point quelconque de l'installation, provoquera une rentrée d'air et, par conséquent, la formation d'un mélange détonant à l'intérieur du réservoir.

Fidèles au principe qui consiste à n'utiliser aucun organe mécanique dont puisse dépendre la sécurité, MM. Martini et Huneke emploient dans ce cas un procédé d'une sécurité absolue qui consiste à relier le réservoir contenant le liquide inflammable à un gazomètre (voir fig. 19) dont la cloche pourra monter ou descendre suivant les variations de volume du liquide contenu dans le réservoir; mais la pression que peut fournir ce gazomètre étant au maximum de 200 à 300 g/cm² il n'est pas possible de l'utiliser pour faire monter le liquide aux postes de distribution. Dès lors deux moyens différents se présentent :

Le premier moyen consiste à reprendre dans le gazomètre, momentanément isolé du réservoir, une partie du gaz et à le comprimer à la pression voulue, soit directement dans le réservoir, soit dans un accumulateur d'où il sera ensuite introduit dans le réservoir. Il est facile, au moyen d'un robinet à trois voies, d'éviter toute fausse manœuvre en disposant les choses de façon que le gazomètre soit forcément en communication ou bien avec le réservoir ou bien avec le compresseur, et qu'en aucun cas le compresseur ne puisse être en communication avec le réservoir.

Le deuxième moyen, qui convient pour des installations de moyenne importance, car il est plus économique, consiste à n'avoir jamais dans le réservoir que la pression due au gazomètre, et à extraire le liquide au moyen d'une pompe; mais cette pompe doit être munie d'un système spécial de désamorçage automatique de façon qu'en cas de rupture de l'une quelconque des conduites, elle cesse immédiatement de fonctionner. La figure 18 représente schématiquement une installation de ce genre. Le liquide contenu dans le réservoir est aspiré par la pompe 4 au moyen du tuyau 5. La conduite de distribution 9 et le robinet de distribution 10 sont à double enveloppe; cette double enveloppe est en communication permanente, par les tuyaux 11 et 6, avec l'atmosphère de gaz inerte du réservoir, celle-ci étant entretenue par une bouteille de gaz comprimé 1 et un détendeur 2. Le dispositif de sécurité consiste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en un système de vases communicants A et B contenant du mercure, et reliés comme l'indique la figure, d'une part au tuyau d'aspiration 5 de la pompe et d'autre part au tuyau 11. Le vase B est relié au tuyau 11 tandis que le vase A est relié au tuyau 5 d'aspiration de la pompe par un petit tube 7 qui plonge dans le mercure. Le vase A est en outre en communication avec l'atmosphère par un orifice 8. Tant que l'installation est étanche, c'est-à-dire tant qu'il règne une pression de gaz de quelques centimètres de mercure, le niveau du mercure est plus bas dans le vase B que dans le vase A et l'extrémité du petit tube 7 est obturée par le mercure. Au contraire, dès qu'il y a fuite ou rupture, la pression du gaz s'échappant à l'extérieur, le mercure dans les deux vases A et B tend à reprendre son niveau et l'air atmosphérique, entrant par l'orifice 8, pénètre dans le tuyau 7 et, de là, dans le tuyau 5 d'aspiration de la pompe qui est aussitôt désamorcée; il ne s'ensuit pas d'ailleurs une rentrée d'air dans le réservoir puisque, comme dans les installations ordinaires, l'extrémité de toutes les conduites est munie d'antidiffuseurs.

L'emploi d'un gazomètre répond aussi aux besoins d'installations spéciales auxquelles ont été étendus les procédés Martini et Huneke; nous voulons parler de la protection des réservoirs placés au-dessus du sol et de capacité quelquefois considérable, des tanks contenant des pétroles ou des liquides dangereux de toutes sortes.

Il est évident que, lorsqu'il s'agit d'emmagasiner des milliers de mètres cubes de liquide, l'emploi de réservoirs souterrains est extrêmement onéreux. En outre, dans les installations de cette importance, le danger pour le voisinage est généralement moindre qu'il ne l'est dans des installations de capacité plus petite, mais situées au milieu des agglomérations. Il s'agit par conséquent, dans ce cas, de protéger plutôt la valeur même de l'installation et du liquide qu'elle contient, que de supprimer un danger pour le voisinage.

Les incendies de tanks sont en effet assez nombreux et souvent il est bien difficile d'en déterminer la raison. La tendance actuelle est de les attribuer au développement d'électricité statique à l'intérieur des réservoirs, électricité qui serait due au frottement sur les tuyauteries ou parois métalliques des liquides tels que les pétroles ou les hydrocarbures, mauvais conducteurs de l'électricité. Les tanks, en général, reposent sur un radier en béton, c'est-à-dire qu'ils sont, dans une certaine mesure, isolés au point de vue électrique; ils se comportent comme un condensateur, et le potentiel y augmente jusqu'à ce qu'une circonstance favorable vienne provoquer l'étincelle qui enflamme le mélange tonnant formé à l'intérieur par les vapeurs du liquide et l'air.

Une première condition de sécurité sera donc de maintenir une atmosphère de gaz inerte à l'intérieur du réservoir. Une deuxième condition sera de ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire partir aucune canalisation de distribution du liquide de la partie inférieure du tank, car, en cas de rupture, il sera impossible d'empêcher tout le tank de se vider, et, si c'est l'incendie qui détruit la canalisation, c'est précisément au foyer de l'incendie que se déversera, par la conduite rompue, cette énorme masse de liquide inflammable. La deuxième condition consiste donc à faire partir les tuyauteries de distribution de la partie supérieure du tank.

Il faut également prévoir dans ces réservoirs exposés à l'air libre des variations de température qui ont pour conséquence des variations considérables du volume du gaz ou de l'air contenu dans le réservoir au-dessus du liquide. Une troisième condition sera donc de relier la partie supérieure du tank à un gazomètre, dont la capacité sera calculée de façon à parer aux variations de volume dues à l'effet de la température.

Enfin, pour éviter l'échauffement du liquide contenu dans ce tank, dans le cas où il serait très voisin d'un autre réservoir qui brûlerait, on pourra l'entourer d'un écran en ciment armé par exemple, c'est-à-dire d'une cuve à mince paroi comme il est représenté sur la figure 19.

L'installation qui réalise les conditions ci-dessus mentionnées, se compose des éléments suivants : Le tank T est relié par une conduite 13 à un gazomètre G. L'approvisionnement de liquide se fait au moyen d'une pompe P et d'une conduite 21, terminée par un système de filtres et un vase à garde hydraulique. Un tuyau de retour provenant du gazomètre permet, à mesure que l'on pompe du liquide dans les bateaux ou wagons citernes qui servent à l'apporter, d'envoyer dans ceux-ci une partie du gaz contenu dans la partie supérieure du tank et, par conséquent, de les protéger de la même manière que les fûts de transport dans les installations ordinaires.

Pour extraire le liquide du tank on a prévu à l'intérieur un réservoir de pression R que l'on peut remplir au moyen d'un clapet 3 actionné de la partie supérieure. A mesure que le liquide, sous l'effet de son propre poids, pénètre dans le réservoir de pression R, le gaz contenu dans celui-ci s'échappe par la conduite 8 et, après être passé par le robinet à 3 voies 10, convenablement disposé, peut, soit revenir par la conduite 13 à la partie supérieure du tank, soit s'en aller vers le gazomètre. Lorsque le réservoir R est plein, on ferme le clapet 3, puis on y envoie du gaz à forte pression contenu dans l'accumulateur A, simplement en plaçant le robinet à 3 voies 10 dans la position convenable. La pression du gaz existant à l'intérieur du réservoir R fait monter le liquide jusqu'à la partie supérieure du tank, pour le faire ensuite redescendre sous terre. Par conséquent, le liquide de la canalisation se trouve, sur une partie de son parcours, à un niveau inférieur à celui du liquide dans le tank.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si cette canalisation venait à se rompre en un point bas, la partie restante pourrait fonctionner comme siphon et le tank se viderait par la rupture. Pour éviter ce très grave danger, voici les dispositions qui ont été adoptées :

La conduite de distribution, sur sa partie verticale, à l'intérieur du tank, comporte une petite dérivation 15 par où s'échappe, pendant le soutirage, une petite quantité de liquide qui retombera dans le tank; en outre, la canalisation de soutirage 4, dans toute sa partie extérieure, est à double enveloppe et l'espace annulaire se trouve constamment en relation avec le gaz à forte pression que l'on doit envoyer dans le réservoir de pression R pour provoquer l'élévation du liquide. En cas de rupture de la double enveloppe de cette canalisation, la pression contenue dans le réservoir R s'échappe à l'atmosphère, et, à partir de cet instant, l'écoulement du liquide ne peut plus se produire que par siphonnage puisqu'il n'y a plus de force motrice pour l'élever; mais alors le gaz qui se trouve à la partie supérieure du tank rentre par le petit branchement 15 dans la conduite de refoulement 4, et, de cette façon, le siphonnage se trouve aussitôt désamorcé et l'écoulement du liquide cesse.

Une pareille installation se complète forcément par une machine à azote, car la quantité de gaz inerte nécessaire est généralement considérable; il est donc indispensable de produire ce gaz à très bon marché. On ne peut pas, en effet, songer à construire un gazomètre d'une capacité suffisante pour recueillir tout le gaz des tanks, car son prix serait en disproportion avec les résultats à obtenir.

Nous signalerons en terminant que les procédés Martini et Huneke trouvent aussi une utile application dans les ateliers où les liquides dangereux doivent décrire des cycles fermés c'est-à-dire être redistillés après emploi et revenir à leur point de départ, comme cela se passe par exemple dans les ateliers de dégraissage.

P. Munié,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA FABRICATION FRANÇAISE DU QUARTZ PUR TRANSPARENT

et ses applications

Les nouvelles lampes quartz à vapeur de mercure (1)

Les appareils en quartz fondu ont la même apparence que les appareils en verre, mais leurs propriétés diffèrent sensiblement.

La température de fusion du quartz est beaucoup plus élevée que celle du verre, et son coefficient de dilatation est très faible (0,000 000 54) alors que celui du verre est 0,000009 : ainsi, une baguette de quartz de 1 m de longueur subirait un allongement d'environ 1/2 mm pour un échauffement de 0 à 1 000 degrés. Une baguette de verre de même longueur subirait, dans les mêmes conditions, un allongement de 9 mm.

Le quartz peut donc supporter des variations de température très grandes et très brusques : des objets en quartz peuvent être portés au rouge sous l'action d'un chalumeau et être plongés dans l'eau froide, sans aucune détérioration.

Jusqu'en 1911 tous les constructeurs français s'occupant soit de stérilisation par les rayons ultra-violets, soit de lampes quartz à vapeur de mercure, ou encore de la fabrication d'appareils pour les sciences, étaient tributaires de l'étranger, et se procuraient le quartz, à des prix très élevés, auprès des deux seules maisons fabriquant le quartz transparent : une maison allemande et une maison anglaise.

Tous ceux qui employaient le quartz transparent se rappellent au prix de quelles difficultés on se procurait cette matière, et surtout à quelles conditions (1 000 francs le kilogramme).

(1) Communication faite en séance publique à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale le 23 juin 1913 par J. Gallois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour échapper aux exigences de nos fournisseurs étrangers, beaucoup de personnes ont étudié la question de la fusion du quartz. Les résultats obtenus restèrent longtemps insuffisants pour une fabrication réellement industrielle, et surtout pour une fabrication à des prix abordables ; moi-même, un des plus gros consommateurs et un des plus éprouvés par le trust étranger, j'ai réussi, en janvier 1912, à obtenir, dans mon usine de Laigneville, la fusion industrielle du quartz pur transparent. Cette industrie, qui était entièrement étrangère, est devenue française.

Si les applications du quartz n'ont pas été très répandues jusqu'à ce jour, notamment dans la construction des instruments de laboratoire et des appareils pour les sciences, c'est en raison des prix de revient élevés de cette matière. L'abaissement de ces prix de revient, par notre fabrication rationnelle et vraiment industrielle, augmentera considérablement la consommation du quartz.

Ainsi, en médecine, beaucoup d'appareils en verre, dont on se sert couramment, pourront être remplacés avantageusement par des appareils en quartz. En raison de leur grande résistance aux variations brusques de température, ces objets pourront être facilement aseptisés par la flamme, sans aucun risque de casse.

Nous procédons actuellement à des essais de lampes médicales pour diverses applications, et les résultats obtenus sont des plus intéressants.

Le quartz est également la seule matière à employer pour la fabrication des appareils générateurs de rayons ultra-violets utilisés pour la stérilisation des liquides. Ce procédé de stérilisation est théoriquement parfait et se perfectionne pratiquement tous les jours.

Des essais spectrographiques ont été faits sur notre quartz par M. le professeur Nogier de Lyon.

La détermination spectrographique montre que, sous des épaisseurs de 1,2 et même 3 mm, le quartz Gallois laisse passer tout le spectre du mercure, même au delà de la raie 2302 Angström.

Sa transparence est donc des plus satisfaisantes pour les rayons ultra-violets.

Les constructeurs français sont donc assurés aujourd'hui d'être abondamment fournis de quartz pur transparent, de fabrication française, à des prix qui permettent d'aborder de nombreuses applications.

Nouvelles lampes quartz à vapeur de mercure.

Je ne désire pas faire ici l'historique des lampes à vapeur de mercure. Je parlerai simplement des lampes à brûleurs en quartz, qui sont les plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récentes et les plus employées dans l'industrie pour l'éclairage des grands espaces.

C'est seulement en 1910 que les premières lampes quartz françaises réellement industrielles ont été construites. Avant cette époque, tous les appareils en service provenaient de l'étranger.

Description des lampes s'allumant par basculement. — Dans la plupart des

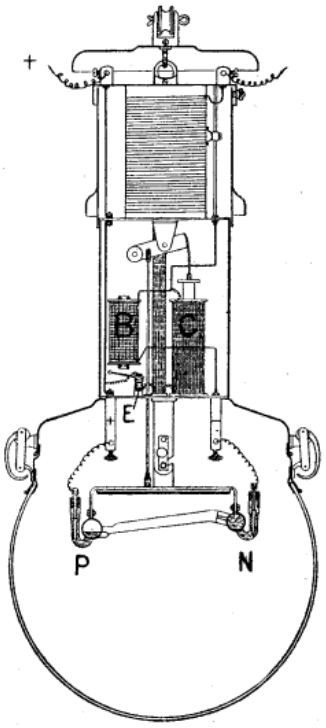


Fig. 1. — Lampe s'allumant par basculement.

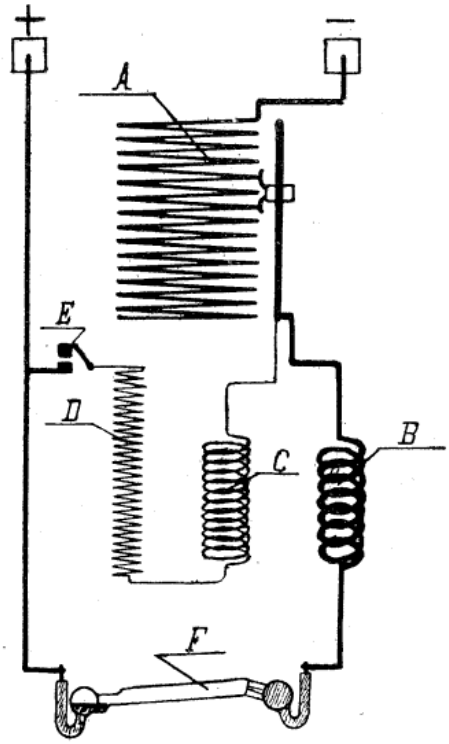


Fig. 2. — Schéma des connexions.

lampes à vapeur de mercure, le brûleur est monté de manière à s'allumer par basculement (fig. 1). Au moment où l'on ferme le courant, un électro-aimant C agit sur le brûleur par l'intermédiaire d'un tirant, et le fait basculer; la capacité polaire positive P est levée et la capacité négative N abaissée. Il s'ensuit que le mercure s'écoule de la capacité positive dans la négative en établissant une connexion conductrice. Le circuit principal est alors fermé et traverse une seconde bobine B montée en série avec le brûleur. Celle-ci attire une armature E et interrompt le circuit de l'électro-aimant en dérivation C; l'armature de cet électro-aimant et le brûleur en quartz qui lui est relié, reprennent à ce mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment leur position initiale, rompant ainsi le filet de mercure dans le tube illuminant : l'arc jaillit.

Inconvénients. — Cette disposition présente de graves inconvénients qu'on a essayé de prévenir de bien des manières, et à l'aide de nombreuses dispositions, plus compliquées et plus coûteuses les unes que les autres ; parmi ces inconvénients, il y a lieu de citer les suivants :

Dans les systèmes actuels on emploie un contact en dérivation qui peut se souiller ou provoquer l'adhérence de l'armature qui le porte : dans ces deux cas, la lampe ne peut fonctionner, car le basculement du brûleur est impossible quand le circuit en dérivation est interrompu.

Quand la lampe est chaude et que le brûleur s'éteint, à la suite d'une oscillation de la tension du courant, ou pour toute autre raison, le circuit principal est interrompu, ce qui provoque un double basculement du brûleur.

Par ce basculement, le mercure s'écoule de nouveau du pôle positif au pôle négatif, — non plus comme à froid, à l'état de filet continu, — mais sous forme de gouttelettes de mercure séparées, que le tube éclairant, fortement chauffé, porte à l'ébullition ; il s'ensuit que la tension de la vapeur dans le brûleur augmente considérablement et rend très difficile l'allumage dudit brûleur.

Quelquefois il s'établit cependant une connexion conductrice d'un pôle à l'autre, le brûleur jette quelques lueurs, mais l'arc se rompt, par suite de la résistance élevée dans le brûleur, provoquée par l'élévation de tension de la vapeur.

La conséquence de ce fait, c'est que le brûleur bascule continuellement sans s'allumer normalement. Ce basculement continu peut même entraîner la destruction de la bobine en dérivation si le circuit dérivation restait fermé.

Pour empêcher ce basculement continu du brûleur, il a été employé des pompes à air de ralentissement du contact en dérivation. Ce dispositif supprime partiellement les inconvénients mentionnés et en ajoute d'autres non moins graves. La pompe à air peut s'oxyder et, comme conséquence, empêcher le contact en dérivation, notamment dans les lampes qui restent longtemps en fonction.

Le ralentissement ou retardement ci-dessus mentionné a pour but de laisser passer un certain temps, afin de permettre au brûleur de se refroidir et de faciliter ainsi un meilleur allumage. C'est notamment dans les grandes installations telles que les gares de chemins de fer et chantiers, où plusieurs lampes doivent fonctionner sur une conduite assez longue, que l'on a constaté ce grave inconvénient du basculement continu du brûleur. Ainsi, en admettant que le circuit comporte 5 lampes à vapeur de mercure montées en parallèle, et que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par suite des oscillations de la tension une lampe s'éteigne, les autres continuent à brûler, lorsque la lampe éteinte bascule pour produire le court-circuit, l'intensité du courant d'allumage entraîne dans le circuit une perte de tension sensible. Cette perte de tension provoque toujours des dérangements dans le fonctionnement des autres lampes, qui se mettent toutes à basculer de manière

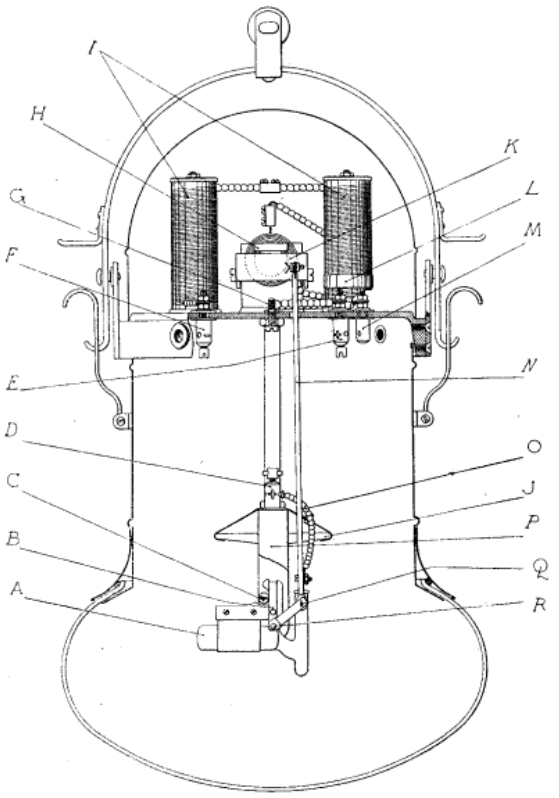


Fig. 3.

continue, sans qu'il soit possible de les allumer normalement. Il faut alors éteindre les lampes et attendre quelques minutes que le refroidissement du brûleur permette un nouveau réallumage.

Nouvelle lampe a vapeur de mercure. — Notre nouvelle lampe à vapeur de mercure, qui est d'une construction beaucoup plus simple, évite tous les inconvénients signalés ci-dessus.

Cette lampe, dont les éléments essentiels sont représentés schématiquement (fig. 4), est caractérisée en ce que le brûleur en quartz est tourné par l'action

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la bobine série, au lieu d'être basculé. De plus, les contacts et bobines en dérivation sont supprimés.

Dans sa position de repos. c'est-à-dire dans sa position initiale, le mercure remplit le tube illuminant, établissant ainsi une connexion conductrice entre les deux pôles A et V.

Dès que le courant est lancé dans la lampe, la bobine unique en série H

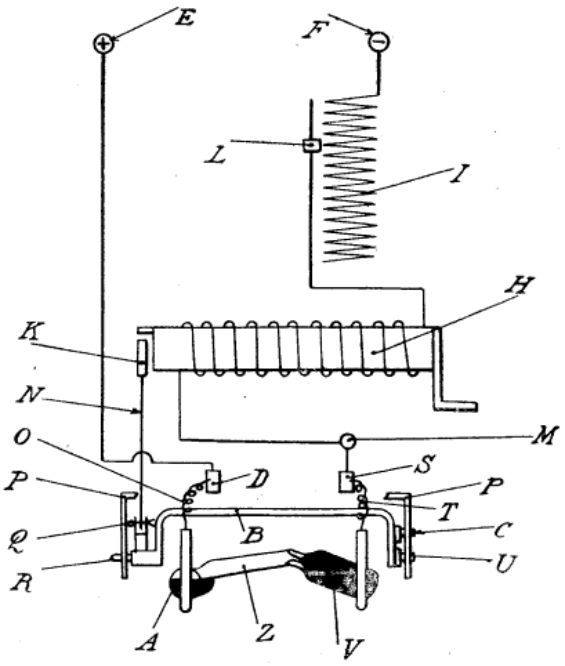


Fig. 4.

attire une armature K, laquelle, étant reliée par une bielle N avec le brûleur, fait tourner ledit brûleur d'environ 40° autour de son axe R U.

Dans ce mouvement, tout le mercure contenu dans le tube illuminant s'écoule dans la capacité positive A.

La connexion du mercure se rompt et l'arc jaillit dans le vide.

Le brûleur reste maintenu dans sa position d'allumage par l'attraction de l'électro-aimant en série, tant que le brûleur est en fonction.

Si la lampe vient à s'éteindre par suite d'une grande variation de tension, l'arc se trouve coupé, le courant ne traverse plus la lampe. L'armature abandonne l'électro-aimant, le brûleur retombe par son propre équilibre dans la position initiale, la capacité positive A déverse du mercure dans le tube illu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minant Z, mais la pression de vapeur, existant dans ce tube, fait que le mercure ne peut y pénétrer.

Au bout de 40 à 50 secondes, l'abaissement de la pression permet à la colonne de mercure de rétablir la connexion entre les pôles. Au premier contact, l'allumage est immédiat et sans influence sur le fonctionnement des autres lampes qui pourraient être montées en dérivation sur le même circuit.

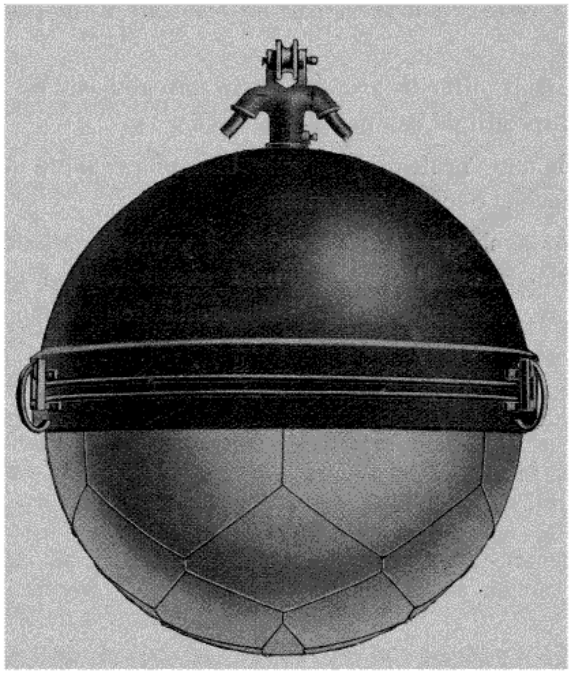


Fig. 5.

Les lampes quartz se construisent pour fonctionner sous des tensions de 110 et 220 volts et à des intensités différentes. Les puissances lumineuses généralement employées sont de 500, 1 000, 1 200 et 3 000 bougies. Notre dernière création est la lampe quartz à vapeur de mercure fonctionnant sous 500 volts aussi bien sur les courants industriels que sur les courants de traction sujets à de grandes variations de tension (480 à 620 volts par exemple).

Cette lampe (fig. 5), construite sur les mêmes principes et les mêmes dispositifs que les précédentes, absorbe 2,5 et donne une intensité lumineuse de 6600 bougies. Des expériences de cette lampe viennent d'être faites à la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans et au Chemin de fer du Nord-Sud.

On obtient avec une seule de ces lampes un éclairage extérieur de plus de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 hectares, permettant, dans une gare, de lire les étiquettes, sur les wagons, entre les rames.

Cette lampe est donc le plus grand foyer lumineux industriel construit à ce jour, et son rendement est très élevé.

On avait toujours considéré comme impossible l'allumage par basculement d'un brûleur de forme droite sous 500 volts; c'est pourquoi des constructeurs ont cherché des formes recourbées, mais les résultats n'ont pas été ceux qu'on espérait.

Ce qui paraissait difficile à obtenir par basculement est facilement réalisable avec le dispositif de rotation partielle.

L'allumage de notre brûleur se fait avec la même rapidité et la même facilité à tous voltages et à toutes intensités.

Nous espérons avoir montré par ce court exposé que la construction des lampes à vapeur de mercure est maintenant une fabrication bien française, et tout à fait mise au point, aussi bien que la production du quartz pur transparent.

J. Gallois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON
Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — L'Association internationale des Sociétés chimiques. — Chimistes morts en 1913.

Chaux, ciments, plâtres, etc. — Sur la fabrication du plâtre. — Épuration électroosmotique des argiles. — Action de l'eau de mer sur les ciments.

Métaux et métallurgie. — Projectiles en tungstène. — Sur les alliages d'aluminium.

Combustibles. — Analyse des charbons pour gaz.

Corps gras. — L'huile de baleine. — Les taches d'huile minérale.

Chimie hygiénique, etc. — Sur l'établissement dans les usines des fosses septiques à lit bactérien. — Sur la pasteurisation du lait.

L'Association internationale des Sociétés chimiques, fondée le 25 avril 1911 par les Sociétés chimiques de Paris, de Londres, de Berlin, a fait un pas très important lors de sa troisième session tenue en septembre 1913 à Bruxelles, à l'Institut Solvay de physiologie. Elle a reçu un don de 250 000 f de M. Solvay qui l'a, en outre, pourvue de bureaux à Bruxelles. Enfin, elle est représentée par une délégation à la Commission administrative qui doit gouverner l'Institut international de chimie que M. Solvay a fondé avec une donation de 1 million de francs.

M. Albin Haller a été élu président pour 1914; le président antérieur était sir W. Ramsay.

L'Association a traité, dans cette 3e session, de l'unification des abréviations des titres de journaux scientifiques, usitées dans les mémoires chimiques (sur le rapport de M. Guye) ; de la publication d'un journal international d'extraits, en trois langues (sur le rapport de M. Werner); de l'adoption d'un format universel (16×22,6) pour toutes les publications; de l'adoption universelle du système métrique, pour les termes relatifs au poids et à la masse; de l'unification des symboles physico-chimiques.

Les sociétés chimiques qui constituent l'Association et les Membres du Conseil de l'Association sont les suivants :

American chemical Society (H. R. Moody, W. A. Noyes, J. D. Pennock) ; *Chemical Society*, London (A. W. Crossley, P. F. Frankland, sir W. Ramsay); *Kemisk Forening*, Kjobenhawn (E. Bülmann, N. Bjerrum, J. Petersen); *Deutsche chemische Gesellschaft* (P. Jacobson, W. Ostwald, O. N. Witt); *Nederlandsche chemische Vereeniging* (F. J. Cohen, A. F. Holleman, S. Hoogewerff); *Polytechnisk Forenings Kemikergruppe*, Kris-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiania (A. Aubert, H. Goldschmidt, C. N. Rüber); *Schweizerische chemische Gesellschaft* (F. Fichter, P. A. Guye, A. Werner); *Sociedad española di Fisica y Quimica* (J. Casares, E. Hauser, J. R. Mourelo); *Societa chimica italiana* (A. Menozzi, A. Oglialoro, E. Paterno); *Société chimique de France* (Albin Haller, A. Béhal, M. Hanriot); *Société chimique de Belgique* (L. Crismer, H. Vanlaer, J. Wauters); *Société chimique russe* (N. S. Kurnakow, L. A. Tschugaeff, P. J. Walden); *Société chimique de Tôkyô* (N. Nagai, J. Sakurai, T. Takamatsu); *Verein œsterreichischer Chemiker* (G. Goldschmiedt, L. Marchlewski, R. Wegscheider).

Les sociétés suivantes ont également envoyé un délégué : *Deutsche Bunsen Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie* (F. Auerbach), *Faraday Society* (T. M. Lowry), *Société de chimie physique* (C. Marie).

Chimistes morts en 1913. — Parmi les morts qui ont frappé la science et les industries chimiques au courant de l'année 1913, citons :

En janvier : le 5, Louis Cailletet, membre de l'Institut de France; le 24, F. Hœnig, directeur de la S. autrichienne de la dynamite Nobel; le 29, H. Traube, le professeur de minéralogie à l'Université de Berlin ; le 31, A. Tate, sucrier à Londres ; E. Sulzer-Ziegler, le grand industriel de Winterthur ; E. Dunlop, le chimiste en couleurs de Philadelphie.

En février : le 2, A. Engel, l'ancien directeur de la maison Dollfus Mieg et Cie de Mulhouse ; Gustave de Laval, l'ingénieur chimiste de Stockholm ; le 8, G. von Brüning, directeur général des Farbwerke de Höchst.

En mars : le 3, Arvid Blomquist, le chimiste pharmacien de Stockholm , le 5, O. D. Allen, le professeur de chimie de l'Université de Yale; le 9, Louis Henry, le professeur de chimie de l'Université de Louvain.

En avril : le 30, H. Yvon, le pharmacien français ; le céramiste A. Verneuil, le professeur du Conservatoire des Arts et Métiers, membre du Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement.

En mai : le 13, Börnstein, le professeur de l'École supérieure d'agriculture de Berlin.

En juin : le 5, Th. Weyl, le professeur d'hygiène à l'École supérieure technique de Charlottenburg ; le 10, Eugène Maggi, l'industriel zurichois.

En juillet : le 16, Pfuhl, le chimiste-naturaliste russe.

En septembre : le 3, Henri Menier, le chocolatier ; le 8, Th. Boch, le brasseur de Lutterbach ; le 11, sir W. N. Hartley, le professeur de chimie de l'Université de Dublin ; le 15, L. Merck, de la maison E. Merck de Darmstadt ; le 16, J. Lewkowitsch, le spécialiste anglais des corps gras ; le 19, L. Berndt, l'un des associés de la Chemische Fabrik Griesheim-Elektron ; le 30, le professeur Ogier, le toxicologue parisien.

En décembre : le 5, Charles Lauth, le chimiste coloriste, ancien administrateur de la Manufacture de Sèvres.

L'âge moyen de ces 26 morts est soixante-trois ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur la fabrication du plâtre. — L'Oklahoma possède de riches dépôts de gypse. La fabrication du plâtre y est fort simple. L. Snider, le spécialiste américain, donne sur cette fabrication les quelques indications suivantes (*Engineering and mining Journal*, 1913, p. 95). Le gypse ou sélénite est réduit en fragments de 2 cm^3 au plus, puis calciné dans des chaudières cylindriques en acier. L'épaisseur des parois de ces chaudières est de 1 mm ; elles ont 2,50 m de haut et 2 m 50 à 3 m de diamètre. Elles sont traversées par un arbre vertical armé de bras pour remuer la masse durant la calcination. La force nécessitée est environ 25 chv. Pour assurer une répartition meilleure de la chaleur, ces chaudières sont traversées par deux ou quatre canaux horizontaux de 30 cm de diamètre. Les chaudières sont disposées au-dessus d'une grille comme une chaudière à vapeur ; elles sont entourées d'un massif de briques dont l'intérieur est de briques réfractaires ; l'épaisseur de ce massif est de 60 cm. Une chaudière de 3 m de diamètre et de 2, 50 m de hauteur peut contenir 14 t de pierre à plâtre. Le remplissage se fait lentement, en une à deux heures, et pendant qu'on l'effectue, on maintient la chaudière vers 100°. Lorsque le remplissage est terminé, on monte la température vers 110°, en une heure ; à cette température, la masse bouillonne, par suite de l'expulsion de l'eau de cristallisation. A 116°, la masse semble solidifiée ; mais à 132°, elle recommence à bouillonner. A 140°, on ouvre une porte à la partie inférieure de la chaudière, et le plâtre s'écoule dans un réservoir, d'où une chaîne sans fin le transporte aux tamis. Les morceaux trop gros sont repassés au broyeur ; le plâtre marchand est mis en sacs de 45 kg.

Certaines usines mettent en pratique le procédé de calcination à la continue de Cummer. Il repose sur l'emploi d'un four rotatif. Le gypse est distribué dans ce four au moyen d'un alimentateur mécanique ; le passage demande une dizaine de minutes, et la température du four atteint 120° à 165°. A la sortie du four, la masse tombe dans de grands réservoirs en briques, où elle reste vingt-quatre heures ; la calcination s'y régularise et s'y termine. Le procédé Cummer revendique, comme avantages, une économie de combustible et une économie de force motrice. Il faut, par tonne de plâtre, 20 kg de bon charbon dans le four rotatif et 70 à 90 kg dans le procédé à la chaudière.

M. Snider évalue à 135 000 f le capital nécessaire pour établir une usine comportant trois chaudières. Le prix de production par tonne-mois de plâtre produit varie de 10,50 f à 15 f.

Dans le centre étudié, une partie très faible du gypse exploité est vendue pour amendements. Une dizaine de milliers de tonnes sont vendues aux fabriques de ciment. Le reste est calciné pour produire le plâtre.

Épuration électroosmotique des argiles. — Les argiles destinées aux diverses industries céramiques doivent être débarrassées le mieux possible des substances étrangères, surtout lorsqu'il s'agit de préparer des pâtes à faïences ou à porcelaines. On réalise cette séparation en délayant l'argile dans l'eau, puis en décantant l'eau chargée des matières argileuses et la laissant déposer ; dans certains cas, on se borne à un tamisage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis quelque temps, un procédé d'épuration par voie électrique a pris un réel développement. On trouvera des études sur ce procédé dans la *Tonindustrie Zeitung* (t. 36, p. 1283-1285); dans les *Transactions of the english ceramic Society* (t. 12, p.36-65); dans les *Transactions of the American ceramic Society* (t. 15, p. 338-344). Il a fait l'objet d'un brevet allemand pris par M. Otto Schwerin et il est exploité par l'Electroosmose Geseilschaft de Francfort.

L'ancien procédé d'épuration par décantation n'élimine que les matières minérales les plus grosses et les plus lourdes; les grains de sable et autres substances très fines restent dans la masse argileuse. De plus, la pâte obtenue est fort aqueuse, et l'on est obligé de la raffermir ou de la ressuyer par un séchage approprié ou par un passage au filtre-presse. Si les argiles sont fort grasses, l'emploi de ce dernier présente de grandes difficultés.

Le procédé électroosmotique consiste à séparer des substances minérales l'argile délayée en soumettant le liquide à l'action d'un courant électrique continu, dans un appareil approprié; l'argile seule, libérée de toutes ses impuretés, est entraînée sur l'anode; un racloir l'y reprend et la dépose sur une toile sans fin.

Pour réaliser ce procédé, on est obligé d'ajouter au liquide un électrolyte, dont la proportion doit être déterminée à l'avance. MM. A. V. Bleininger et C. S. Kinnison de Washington ont donné récemment, à l'*American ceramic Society*, une intéressante communication sur la conductibilité électrique que présentent par elles-mêmes les argiles, et on comparera avec fruit leur travail à celui de MM. Davis et Bryan sur l'application du pont électrique à la détermination des sels solubles dans la terre (*United States Department of Agriculture, Bureau of Soils, Bulletin n° 61*).

Voici comment M. A. Meyer résume, dans le *Bulletin de la Société industrielle du Nord de la France* (décembre 1913, p. 879), la technique opératoire du procédé d'électroosmose d'épuration des argiles.

« L'argile, après avoir été enlevée par un élévateur, déchiquetée en petits morceaux, passe dans un moussoir où l'argile grasse se trouve complètement dissoute après addition de l'électrolyte déterminé pour cette argile. Les particules grossières, sable et protoxyde de fer, sont alors séparées au moyen d'un tamis à secousses disposé en dessous du moussoir et elles tombent dans une rigole d'où elles sont conduites dans un réservoir. La boue lavée tombe dans un réservoir d'écoulement disposé dans le sous-sol où s'opère une seconde décantation des particules du quartz et autres conglomérats. De là, la boue est ensuite pompée dans des réservoirs distributeurs disposés derrière les machines à osmoser pour, finalement, passer dans ces dernières suivant une épaisseur (consistance) et une vitesse qui doivent être déterminées pour chaque matière argileuse. Dans les machines à osmoser, l'argile passe par la cathode et se dirige ensuite vers l'anode de forme cylindrique pour passer au-dessus d'un racloir sur l'aire d'un ruban sans fin et de là dans des cuves disposées en dessous. Le traitement achevé, l'argile passe aux hangars de séchage. »

En somme, le procédé consiste à délayer l'argile avec de l'eau à laquelle on ajoute une quantité déterminée d'électrolyte pour la rendre conductrice, et à envoyer cette suspension dans un osmoseur où on la soumet à un courant électrique. L'argile se dépose sur l'électrode positive dans un état de grande pureté.

Le principe de la méthode est un phénomène connu depuis longtemps, suivant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lequel, si des particules très petites se trouvent en suspension dans un liquide entre deux électrodes, et si l'on fait passer dans ce liquide un courant électrique, les particules se transportent vers l'une ou l'autre des électrodes, selon qu'elles se chargent de l'autre ou de l'une des électricités. Les particules en suspension dans l'eau pure se chargent en général négativement; c'est le cas pour la gomme-laque, l'argile, le quartz, le soufre, le graphite, l'amidon, le coton, la soie, et ces particules se portent alors vers le pôle positif.

La nature du liquide a son influence, puisque l'on ne constate pas de transport dans le chloroforme, l'éther, les pétroles, l'essence de térébenthine.

Si, au lieu d'un liquide, les particules se trouvent dans un gaz, l'on est obligé d'employer un courant de très haut voltage pour arriver à les électriser. C'est le cas du procédé de précipitation des poussières par voie électrique de Cotrell, auquel les Notes de Chimie ont consacré plusieurs mentions (voir *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, 1911, p. 169 et 386).

Les effets de transport peuvent être augmentés, diminués ou modifiés dans leur sens si l'on ajoute au liquide un électrolyte. Les particules chargées négativement ont leur transport vers le pôle positif accéléré si l'on ajoute des OH ions; l'addition d'acides ou de cathions de plus haute valence peut diminuer la rapidité du transport, et même l'annihiler et faire changer le transport de sens, suivant Freundlich; tandis que les particules chargées positivement voient leur transport activé par l'addition de O H anions et d'anions de plus grande valence. Suivant Whitney et Blake (*Journal of the American chemical Society*, t. 26, p. 1339), l'addition de 0,004 d'une solution d'acide nitrique normal ou d'une solution de sulfate d'aluminium à un colloïde d'argent en migration vers le pôle positif renverse le sens du transport.

Quant à l'influence de la grandeur et de la forme des particules, elle semble nulle sur la vitesse de migration.

Dans le cas de l'argile, on traite une matière déjà dégrossie, bien entendu. On amène le liquide à un état de conductibilité électrique tel que les particules de quartz, de feldspath, etc., se déposent tandis que celles d'argile poursuivent leur migration.

M. A. V. Bleininger confirme le résultat indiqué par Ashley que l'hydrate et l'oxalate de sodium sont les électrolytes les plus efficaces à employer, le premier dans le plus grand nombre de cas, le second pour les argiles réfractaires. On détermine la proportion d'électrolyte à employer par une mesure de viscosité au tube à effluent; rarement elle dépasse 0,2 p. 100 de l'argile considérée à l'état sec. Il faut toujours éviter l'excès d'électrolyte.

M. A. V. Bleininger est d'avis que le courant électrique ne joue d'autre rôle que d'amener les particules en suspension à se déposer mécaniquement sur l'électrode positive; elle remplace le filtre-presse. Si le processus peut être effectué économiquement, il constitue une opération simple, continue et automatique.

Suivant des essais effectués aux usines Saalton de Leipzig par M. Stoermer, l'argile épurée selon les anciens procédés donne une pâte à cuire non serrée, souvent tachée de fer, tandis que l'argile épurée par le procédé électroosmotique donne une pâte serrée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entièrement exempte de sulfure de fer, possédant une homogénéité, un pouvoir liant, une plasticité, un pouvoir réfractaire, beaucoup plus grands.

Le procédé permettrait d'utiliser des argiles impures qui restaient inexploitées.

Action de l'eau de mer sur les ciments. — Cette action a déjà fait l'objet d'un certain nombre de recherches. Le Materialprüfungsamt de Lichterfelde, les Structural material testing Laboratories of the technologic Branch of the United States geological Survey, le Bureau of Standards de Washington ont poursuivi chacun de leur côté des essais très intéressants; les derniers, dont un résumé a été publié il y a quelque temps, sont relatés *in extenso* dans le n° 12 des Technologic Papers du Bureau of Standards (1913, 157 p.), et nous en donnons ici l'introduction et les conclusions. Une bibliographie très riche accompagne ce mémoire.

La désagrégation des constructions en béton de ciment, lorsqu'elles se trouvent en contact avec l'eau de mer, est un phénomène qui a attiré l'attention des fabricants de ciments et de tous ceux qui l'utilisent depuis que les ciments ont été employés aux constructions maritimes. Certaines constructions en ciment résistent pendant des années à l'action de l'eau de mer, et d'autres sont détruites; il est d'ailleurs possible, dans le laboratoire, de détruire entièrement, en faisant agir certaines solutions, des briques, des cubes ou des cylindres faits avec des ciments ou des mortiers de ciment. La cause d'une telle désagrégation n'est pas établie d'une façon certaine; mais l'on croit généralement qu'elle résulte de la réaction du sulfate de magnésium de l'eau de mer sur la chaux du ciment, sur son alumine et ses aluminates, réaction qui amène une formation d'hydrate de magnésium et de sulfoaluminate de calcium, lequel cristallise avec de nombreuses molécules d'eau (H. Le Chatelier, Michaelis, Candlot).

Les autres constituants de l'eau de mer et du ciment sont regardés comme n'ayant qu'une faible action. Cependant, on doit prêter quelque attention au fait que les chlorures de sodium et de magnésium sont susceptibles d'attaquer rapidement les silicates (Michaelis, O'Rohan, Schuljatschenko, Rebuffat, Poulsen).

On a établi (principalement aux États-Unis) des constructions en ciment qui résistent à l'eau de mer d'une façon remarquable. Il n'est donc pas étonnant que l'attaque, lorsqu'elle se produit, soit attribuée à un mauvais travail ou aux défauts des matières premières, ou à l'usure par le sable, ou au choc des objets flottants, enfin à l'action mécanique des vagues et à l'action des gelées plutôt qu'à une réaction chimique suivie de cristallisation; d'autant plus que cette attaque se produit habituellement dans la zone du plan d'eau.

Ce fut le Colorado State agricultural College qui examina le premier (Bulletin n° 132 : Destruction of Concrete by Alkali), aux États-Unis, cette destruction, sur le cas de tuiles en ciment; puis le Montana State agricultural College (Bulletin : The Effect of Alkali on Portland Cement) pour le cas des canalisations d'égout. Dans les recherches, pourtant, on n'a pas discuté autrement la cause même de la destruction sauf que ces mémoires mentionnent la formation de sulfoaluminate de chaux et, dans le cas des tuiles, l'élimination de silice et d'alumine.

Les installations d'irrigation projetées par le Gouvernement des États-Unis ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

amené les Structural Materials Laboratories à étudier la question. L'ingénieur en chef, M. R. L. Humphrey, a noté dans toutes les installations qu'il a visitées l'attaque des ciments, des pierres et des briques par les sels alcalins; les compositions des eaux chargées de matières salines, des efflorescences de terrains, des ciments attaqués. Les sels alcalins mis en jeu étaient le sulfate de magnésium et le sulfate de sodium. En général, plus grande était la proportion de sulfate de magnésium, plus l'attaque était également grande.

Toute une série d'essais ont été faits par le Bureau of Standards, tant au laboratoire que sur les rivages de la mer à Atlantic City; les derniers ont duré trois ans et demi. Voici les conclusions.

Le mortier au ciment de Portland, s'il est poreux, peut être désagrégé par les forces mécaniques que la cristallisation de n'importe quel sel exerce dans les pores, si on laisse le sel s'y accumuler en quantité suffisante et si le séchage amène une formation rapide de cristaux. Lorsque la cristallisation se poursuit lentement, les cristaux formés sont beaucoup plus grands, et les résultats sont amplifiés, bien qu'ils soient répartis sur une durée plus longue. Non seulement les ciments, mais les pierres poreuses et les briques aussi subissent cette désagrégation. En conséquence, dans les pays où le sol renferme des sels alcalins, il est essentiel de recouvrir les matériaux de construction d'une couche protectrice dense et non poreuse.

Les ciments hydrautiques sont rapidement décomposés lorsqu'on leur fait subir, dans leur intimité, l'action chimique des sulfates et des chlorures en solution. Mais cela n'est vrai que pour les essais de laboratoire. Dans la pratique, les actions deviennent extrêmement lentes, et la raison en est que la chaux du ciment se trouve carbonatée près de la surface et il se forme une couche protectrice presque imperméable de dépôts salins.

Un béton fait avec du ciment de Portland et complètement immergé dans l'eau de mer ne subit pas d'action. Il semble qu'il en est de même pour le béton que la mer basse découvre. Il n'a pas été possible d'établir si cette résistance des ciments à la désagrégation d'ordre chimique sous l'action de l'eau de mer est due à la formation d'une couche protectrice, aidée par des dépôts de coquillages et de mousse marines, ou à une réaction entre les sels de l'eau de mer et les constituants du ciment, réaction donnant lieu à la formation d'un composé doué de résistance; ou encore une combinaison de ces deux causes.

La résistance des constructions maritimes placées en dessous du niveau de l'eau de mer semble dépendre de la méthode de travail plutôt que de la nature des matériaux, puisque d'ailleurs le béton fait prise et prend une dureté permanente aussi bien dans l'eau de mer que dans l'eau de rivière ou dans l'air, si on peut le soustraire à l'action de l'eau de mer durant le travail du dépôt.

Les ciments spéciaux, aussi bien que les ciments ordinaires, ont montré, à mesure que le temps s'écoule, un accroissement normal de force, aussi bien dans l'eau de mer que dans l'eau ordinaire.

Il n'y a pas eu de différence non plus, depuis deux ans d'exposition soit à l'eau de mer, soit à l'eau ordinaire, en ce qui concerne les résistances de briques de ciments renfermant, ou non, un pourcentage élevé de fer ou d'alumine.

Tous les ciments ont mieux résisté à l'action de l'eau de mer lorsqu'ils sont à l'état

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de mortiers que sous forme de briques de ciments seuls. Les briques de mortier ont conservé leur force normale après deux ans d'exposition.

Les propriétés physiques du ciment dépendent essentiellement de la méthode suivie dans sa fabrication et semblent gouverner sa résistance aux solutions de sulfates et de chlorures.

Contrairement à l'opinion générale, il ne semble pas qu'il y ait de rapport apparent entre la composition chimique d'un ciment et la rapidité avec laquelle il réagit sur l'eau de mer. Il ne se forme pas de sulfoaluminate tricalcique et la désagrégation ne peut pas provenir de cette cause.

En présence de solutions mixtes de sulfates et de chlorures analogues à l'eau de mer, le constituant le plus soluble du ciment est la chaux. Si la chaux est à l'état de carbonate, elle se trouve pratiquement insoluble. Les quantités d'alumine, de fer et de silice qui se trouvent dans le ciment n'affectent pas son insolubilité. La magnésie présente est pratiquement inerte. La proportion de SO^3 (jusqu'à 1,75 p. 100) n'affecte pas la solubilité, mais le modus du durcissement se trouve affecté par la variation de SO^3.

L'eau de mer qui est mise en contact intime avec le ciment subit les modifications suivantes : La magnésie est précipitée proportionnellement à la solubilité de la chaux existante dans le ciment. Les sulfates, qui sont les agents les plus actifs de la désagrégation, sont pris par le ciment ; les chlorures ont pour effet de rendre plus marquée l'action des sulfates. Les quantités de chlore et de sodium prises par le ciment sont trop faibles pour asseoir l'existence d'une combinaison définie avec le ciment. La quantité de SO^3 du plâtre ajouté au ciment pour régulariser le temps de prise est fixée d'une façon si intime qu'elle n'entre pas en solution lorsqu'on met le ciment en contact intime avec de l'eau distillée.

Les armatures métalliques noyées dans un béton ne sont pas attaquées si le béton est bien fait et si l'épaisseur de l'enduit est au moins de 5 cm.

Parmi les expériences faites, citons les suivantes (*Engineering News*, 27 août 1908, p. 238; 24 déc. 1908, p. 730; 20 nov. 1913, p. 1023) : en février et mars 1909, 24 colonnes en ciment furent disposées sur le bord de la mer, à Boston. En novembre 1912, elles furent changées de place, et l'on en profita pour examiner quelle avait été sur elles l'action de l'eau de la mer.

Ces colonnes avaient été construites en un mélange de Portland, de sable et de pierre cassée dans les rapports 1 : 1 : 2 ; 1 : 2,5 : 4,5 ; 1 : 3 : 6. Après les avoir établies, on les laissa cinq jours dans l'eau, puis cinq semaines à l'air; ensuite, on les suspendit, dans le port, à la jetée, de sorte que leur extrémité inférieure restât toujours au dessous du niveau de la mer et leur extrémité supérieure au-dessus.

A l'examen, la plupart des colonnes étaient en bon état.

Projectiles en tungstène. — En vue d'augmenter la valeur du coefficient balistique des projectiles, on a depuis longtemps cherché à employer pour leur confection un métal aussi lourd que possible. M. le capitaine Roger-Vasselin remarque à ce sujet, dans la *Revue d'Artillerie* de janvier, que le tungstène est tout indiqué, puisque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa densité dépasse notablement celle des métaux ordinairement employés dans la confection des projectiles : acier 7,92; cuivre 9,00; plomb durci (70 Pb,15 Sn, 15 Sb) coulé 8,88 ; plomb durci comprimé 9,67 ; tungstène 19,13.

Dès 1857, remarque-t-il, le chimiste anglais Oxland, qui avait lancé la fabrication du tungstate de soude, brevetait un acier au tungstène remarquable par sa ténacité et sa dureté. En 1882, le Bavarois Mieg et Bischoff brevetèrent un projectile en tungstène pour armes portatives ; du tungstène pulvérulent était comprimé dans une douille en nickel. On obtint des projectiles de densité variant entre 14,6 et 16,6, alors que les balles à enveloppe avec noyau de plomb durci n'ont qu'une densité de 10,5; donc une augmentation de moitié du poids, à volume égal.

« De 1901 à 1907, des expériences furent faites à la Commission de Versailles sur des balles fabriquées par l'École de pyrotechnie et composées d'un alliage de tungstène ; leur densité moyenne était de 14. »

MM. Derguesse et de Wyckoff ont breveté, en février 1909 (brevet français n° 399 666), un alliage de fer et de tungstène, à 79-67 p. 100 de fer, très dense.

« L'inventeur proposa au Gouvernement français la cession de son brevet, et la Commission de Versailles commença une série d'expériences sur des balles dont le noyau était constitué par ce nouvel alliage. Les résultats furent tenus secrets. Toutefois on en eut vent à l'étranger, puisque la *Revue militaire suisse* et le *Deutsches Offizierblatt* (mai 1913) constatèrent que les projectiles Derguesse ont perforé à 1 000 m les plaques qui à 600 m protègent contre la balle D, et que des essais encore plus concluants eurent lieu en juillet 1910 et en 1911. »

Il est hors de doute, conclut M. G. Roger-Vasselin, que la balle au tungstène présente de grands avantages. Pour shrapnels, à égalité de poids (12 g environ) avec les balles de plomb durci, dont la densité n'est que de 9,55 au lieu de 16, elles ont l'avantage particulier de n'offrir à la résistance de l'air qu'une surface moindre de trois dixièmes.

Mais la production des mines de tungstène est encore très restreinte et le prix du métal est fort élevé.

La production mondiale du tungstène est d'environ 2 000 à 3 000 t. Les mines de tungstate de fer et de chaux sont assez répandues ; il en existe même en France. Elles suffiraient probablement à procurer un premier approvisionnement de 20 000 t donnant les 10 000 t de métal nécessaires pour fournir un demi-milliard de balles à 16 g de tungstène et 100 millions de balles de shrapnels à 10 g de tungstène. Un débit ultérieur de 1 000 t de minerais suffirait à la consommation annuelle en temps de paix.

La question de prix est encore plus difficile à résoudre. Le prix actuel du tungstène varie depuis 5 f dans les ferrotungstènes jusqu'à 125 f pour les filaments des lampes électriques. Le prix de revient des balles est de 35 f les mille balles D, de 6,65 f les mille balles en plomb de 12 g. Il est impossible d'atteindre ces prix avec les balles au tungstène. Mais de même qu'on a rajeuni en 1903, par l'adoption de la balle D à trajectoire tendue, le fusil Lebel, qui est le plus ancien de tous les fusils européens, de même penserait-on à le rajeunir de nouveau par l'adoption d'une nouvelle balle plus lourde, en attendant que les études pour l'adoption d'un fusil automatique soient arrivées à point.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur les alliages d'aluminium. — L'addition du cobalt à l'aluminium donne des alliages particulièrement intéressants, lorsqu'on ajoute un peu de tungstène et de molybdène qui augmentent la force.

L'aluminium et le cobalt sont solubles l'un dans l'autre. Leurs alliages ont été étudiés avec soin. Celui à un tiers de cobalt se solidifie aux environs de 100°. L'eutectique renferme 0,5 p. 100 de cobalt et a un point de fusion un peu plus bas que l'aluminium. Les courbes des points de fusion de ces alliages montrent un point singulier qui correspond à 20 p. 100 de cobalt.

Les alliages de 9 à 12 p. 100 de cobalt sont dépourvus de bulles, mais leur cassure montre une texture cristalline. Bien que leur résistance à la traction ne soit pas très supérieure à celle de l'aluminium pur, l'alliage est aisément tourné et poli, et il présente une résistance très accrue aux influences atmosphériques. Ces alliages sont très légers et on les travaille bien plus facilement que l'aluminium. La faiblesse de la résistance à la traction peut être combattue par une addition de tungstène et de molybdène, au point que, grâce à cette addition, un alliage à faible pourcentage de cobalt, soit 8 à 10 p. 100, avec 0,8 à 1,2 p. 100 de tungstène, possède une résistance triple de celle de l'aluminium pur, tout en étant aussi malléable et aussi ductile.

Plus la proportion de cobalt est grande, plus cette résistance est accrue, mais moins facilement l'alliage se prête au laminage. Les alliages à haut pourcentage de cobalt seront donc réservés pour l'atelier de moulage ; ceux à faible pourcentage iront à la forge.

Les alliages de 0,6 à 1 p. 100 de molybdène et 9 à 10 p. 100 de cobalt sont les analogues des alliages au tungstène, mais avec une dureté moindre.

Quant aux alliages d'aluminium et de zinc, on sait que l'addition de zinc facilite grandement la fonte et le moulage. Mais ces alliages craquèlent et se fissurent aisément au refroidissement et ils sont sujets à se corroder aisément. Leur ductilité est à noter ; les alliages à 25 p. 100 de zinc sont laminés ou étirés aisément à chaud.

Les alliages riches en zinc, 15 à 20 p. 100 de zinc, avec ou sans cuivre, ont une résistance à la traction bien supérieure à celle des alliages moins riches en zinc. Malheureusement elle est grandement influencée par une élévation de la température.

Ainsi l'alliage à 25 p. 100 de zinc a une résistance de 27,5 t par pouce carré à la température ordinaire (d'après le Rapport du Comité de recherches sur les alliages de l'American Institute of mechanical Engineers) ; cette résistance s'abaisse à 18,5 t à 100°. Les alliages deviennent donc, à mesure que la température monte, peu résistants et cassants.

Analyse des charbons pour gaz. — L'analyse des combustibles prend une importance de plus en plus grande, étant donnés les marchés de durée et de tonnage si importants que les consommateurs sont amenés à conclure avec les compagnies houillères. Tout ce qui concerne cette analyse est donc intéressant, et à ce point de vue il y a lieu de signaler les différences que M. G. Weyman signale entre les pouvoirs calorifiques du gaz calculés et déterminés (*J. of the S. of chemical Industry*, 1914, p. 11).

Ces différences atteignaient 28 B. T. U. par pied cube (la British thermal Unit vaut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

251,996 calories-grammes, et le pied cube vaut 28,3 l) ; elles étaient assez constantes pour le cas de la distillation en cornues horizontales. Elles s'élevaient à 43 B. T. U. lorsque la distillation se faisait en cornues verticales. Elles diminuèrent grandement lorsqu'on introduisit une circulation de goudron, et on pouvait supposer que le goudron absorbait du gaz. Ces résultats sont sous la dépendance de vapeurs d'hydrocarbures benzéniques autres que les oléfines, et il faut les éliminer pour l'analyse. Le gaz qui passe dans le goudron à 60° possède un pouvoir calorifique plus élevé que le gaz originaire, séparé à une température plus basse. La séparation des vapeurs d'hydrocarbures peut se faire avec l'alcool.

Voici un tableau donnant les résultats pour du goudron et du gaz séparés à 52°.

	Sans goudron.	Goudron à 15°.	Goudron à 60°.
Pouvoir calorifique (en B.T.U).	522,3	523,3	542,2
Vapeurs d'hydrocarbures	1,3	0,5	1,6
CO^2.	0,1	0,1	0,1
O^2	0,2	0,2	0,2
C^nH^m	2,4	2,4	2,4

L'huile de baleine. — La préparation et l'emploi de l'huile de baleine ont fait l'objet d'une communication de **M.** OFFERDAHL de Larvik (Norvège) à la Société pharmaceutique allemande ; le *Journal de pharmacie* de janvier en donne un extrait fort intéressant que nous résumons ici.

La pêche à la baleine a pris une telle importance qu'au cours de l'année 1911, on a capturé 21 000 baleines qui ont fourni plus de 100 000 t d'huile. La chair et les os ont été transformés en guano représentant une valeur de plus de 1 000 000 f; les fanons ont donné 140 000 f et l'ambre gris plus de 1 200 000 f. L'ensemble des produits dépasse 50 000 000 f.

Que devient cette masse d'huiles? Son odeur a restreint pendant longtemps ses applications à la seule chamoiserie. Puis on en a extrait de la glycérine, mais celle-ci a baissé de prix.

Depuis deux ans, on hydrogène l'huile de baleine par le procédé de la catalyse au nickel, pour la transformer en huile solide, fondant à 40°-50° et relativement sans odeur. On obtient ainsi une graisse qui est de plus en plus utilisée dans la fabrication des savons, même les plus fins, et qui est utilisable même comme graisse comestible.

L'huile de baleine est aujourd'hui préparée sur les bateaux pêcheurs, aussitôt après la prise ; elle est donc fabriquée dans les meilleures conditions, et l'huile solidifiée par hydrogénation et catalyse en bénéficie.

Rappelons que le procédé d'hydrogénation des huiles a été longuement exposé dans les Notes de Chimie de février 1913, p. 322, mémoire de M. Ellis. (Cf 1911, p. 167 : conférence de M. Sabatier.)

Les taches d'huile minérale. — Les difficultés produites par les fils graisseux et par les taches d'huiles minérales dans les tissus de coton ont amené le Comité de chimie de la Société industrielle de Mulhouse à s'en occuper à plusieurs reprises. Nous avons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inséré dans nos Notes de Chimie l'une de ses délibérations à ce sujet (voir le Bulletin de novembre 1910, p. 463) et nous donnons aujourd'hui le résultat des recherches que MM. A. Scheurer et E. Wallach ont poursuivies sur ces taches, la critique que M. de Chambrier a faite de ce travail, la réponse des auteurs à cette critique, enfin le programme établi par la Commission nommée spécialement pour cette étude et les résultats des expériences faites d'après ce programme.

Il résulte des recherches de MM. Albert Scheurer et E. Wallach que, de toutes les huiles minérales qui ont été essayées, aucune n'a complètement disparu au blanchiment, et que la dose d'huile de colza qu'il faut leur incorporer pour obtenir la perméabilité instantanée à l'eau froide, est entre les deux recettes suivantes :

1e recette : 60 p. 100 huile de colza, 40 p. 100 huile minérale (dose qui s'est montrée plusieurs fois insuffisante) ;

2e recette : 75 p. 100 huile de colza, 25 p. 100 huile minérale (dose suffisante dans toutes les expériences faites).

Relativement aux huiles minérales, deux points très importants sont à noter qui paraissent aux auteurs appeler un examen approfondi :

1° L'imperméabilité plus grande des taches de certaines huiles déparaffinées par la méthode Holde (Chemisch-technische Untersuchungen-Methoden de Lunge, éd. de 1905, vol. 3, p. 15) : Refroidissement à 21° d'une solution dans un mélange d'alcool absolu et d'éther.

2° Le résultat favorable obtenu avec une huile craquée comparativement avec la même huile non craquée.

En ce qui concerne la coloration des taches, le débouillissage des taches jaunes suit la même progression que celui des corps gras dans les mélanges de ces corps gras avec l'huile de colza.

Le pétrole d'éclairage ne favorise pas, comme l'huile de colza, le débouillissage d'une huile qui est mélangée à l'un de ces deux corps dans la proportion de 25 p. 100.

M. de Chambrier, par contre, étudiant le rôle de la paraffine dans les taches, conclut qu'on ne peut pas attribuer la cause des taches à la paraffine en solution dans une huile de graissage. « Même la paraffine dure en petite quantité, dit-il, serait sans action tant que l'huile ne cristallise pas à la température ordinaire. Aussitôt qu'une huile contient un tel excès de paraffine qu'elle cristallise à la température ordinaire, elle forme des taches imperméables.

Toutes les paraffines solides, les vaselines, la paraffine molle non dissoute dans l'huile et les solutions suffisamment concentrées de paraffine dans des produits volatils comme la benzine et le pétrole d'éclairage, communiquent à l'écru des taches totalement réfractaires au blanchiment.

Le rôle de la paraffine solide dans les taches, conclut-il, est loin d'être bien défini et les travaux de MM. Scheurer et Wallach démontrent l'intérêt captivant qu'offre l'étude de cette question, qui a cependant fait par leurs travaux un grand pas en avant.

Puisqu'il est parfois possible de tisser sans faire de taches, par l'introduction d'un outillage soigné, par une surveillance sévère et par l'emploi des huiles végétales, c'est le tisseur le tout premier qui devra s'efforcer de supprimer ces taches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le blanchisseur sait parfaitement bien ce que lui coûterait un savonnage au savon de Marseille, mais il ne peut garantir ni l'efficacité absolue du procédé, ni l'innocuité du traitement vis-à-vis de certains tissus. Quant à chercher un autre produit qui dissolve l'huile tout en étant susceptible d'être introduit dans les lessives du blanchiment, c'est plus ou moins une chimère que poursuivent, sans le moindre succès, tous les inventeurs peu au courant du blanchiment.

Reste le choix d'une huile qui ne tache pas.

Le travail de MM. Scheurer et Wallach a surtout l'énorme valeur de prouver définitivement qu'il n'existe aucune huile minérale pure qui ne tache pas. L'attaque dirigée par les blanchisseurs contre les paraffines, pas plus que la défense qui précède, ne changeront rien à cette démonstration. Qu'une tache d'huile accuse 1 ou 30 secondes de temps de mouillage, cela est indifférent si une seule seconde de résistance peut suffire pour empêcher certaines matières colorantes de s'y déposer pendant le court passage du cylindre d'impression.

La solution bien connue de cette difficulté qui consiste à ajouter 75 p. 100 d'huile de colza aux huiles minérales, ou bien celle employée spécialement en Russie qui consiste à se servir d'huiles minérales dites solubles ou émulsibles, sont toutes deux efficaces. La seule chose qui a pu jusqu'ici empêcher leur emploi en Alsace, remarque M. de Chambrier, en dehors de leur prix trop élevé, c'est le fait que les huiles émulsibles du commerce ne sont pas faites pour éviter les taches et que certaines d'entre elles peuvent contenir des produits de qualité inférieure. C'est dans cette double direction qu'il y a une solution définitive à chercher, qui n'offre pas les inconvénients de l'emploi des huiles végétales.

A la suite de leur réponse à cette critique, MM. A. Scheurer et E. Wallach observent que les taches les plus à craindre sont celles que l'œil ne saisit pas dans les tissus blanchis.

« Elles résistent obstinément au mouillage et prennent sur le tissu imbibé d'eau un aspect crayeux. Elles sont constituées par des paraffines qui sont dures à la température ordinaire.

Il existe, dans les tissus blanchis, une autre espèce de taches, soit incolores, soit de couleur jaune ; elles communiquent à la toile une transparence locale comparable à celle d'une tache fraîche d'huile végétale. Ces taches se mouillent lentement et progressivement de la circonférence au centre. Le toucher indique immédiatement que la substance qui les constitue est un corps semi-liquide à froid, autrement dit une paraffine molle qui, selon M. de Chambrier, devait être inoffensive, et aurait dû se débouillir pendant les opérations du blanchiment. »

Les expériences nombreuses, effectuées d'après le programme de la Commission sur 47 huiles ou mélanges d'huiles, amènent aux conclusions suivantes :

« Les taches fraîches d'huiles minérales pures offrent plus d'imperméabilité que les taches vieilles.

La proportion de 75 p. 100 d'huile de colza recommandée jusqu'à ce jour comme efficace pour le débouillissage des taches se montre suffisante pour les huiles minérales d'Amérique et de Pechelbronn, plus ou moins insuffisante pour le débouillissage complet de l'huile russe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La paraffine dure a donné des taches infiniment plus résistantes à l'action du blanchiment.

La présence d'huile de colza dans l'huile minérale se montre radicale à la dose de 66,6 p. 100, en ce qui concerne la coloration des taches.

L'huile de colza a fait disparaître la coloration des taches avant d'avoir réalisé leur perméabilité complète. »

Comme conclusion générale, aucun des cinq systèmes de blanchiment expérimentés (1) n'a fait disparaître les taches d'huile minérale pure. Le mélange de 25 p. 100 d'huile minérale et de 75 p. 100 d'huile de colza a été reconnu absolument efficace, à une exception près.

Établissement dans les usines des fosses septiques à lit bactérien. — Plusieurs de nos lecteurs ont demandé où en était la question des fosses septiques à lit bactérien, en vue de leur installation dans les usines où elles tendent à s'établir.

L'un des meilleurs documents publiés est le chapitre que le docteur A. CALMETTE et M. G. ROLANTS ont consacré à cette question dans le 8e volume des *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la Station expérimentale de la Madeleine, et subventionnées par la Caisse des Recherches scientifiques. En voici quelques extraits textuels.

Les conditions que doivent remplir les appareils épurateurs doivent être rigoureument ce qui suit :

1° *En ce qui concerne la nature des eaux.* — Les eaux de bains et les eaux pluviales doivent être exclues. Elles sont d'ailleurs peu polluées ; et leur arrivée dans la fosse, en volume relativement considérable, trouble les actions de décantation et de solubilisation qui s'y produisent. Les matières de vidanges et les eaux ménagères doivent donc seules être reçues dans les fosses.

2° *En ce qui concerne la fosse septique proprement dite.* — Le plus grave défaut de la plupart des fosses septiques est leur exiguïté. La capacité d'une fosse doit être de 10 fois le volume des eaux qu'elle peut être appelée à recevoir journellement. Le volume journalier par personne doit être évalué à 25 l pour les water-closets, 15 l pour les eaux de toilette, 6 l pour les eaux de cuisine. Comme ces dernières eaux contiennent beaucoup de graisse, si leur volume est important il faut augmenter la capacité de la fosse septique et la porter à 20 fois le volume total journalier. On compte généralement pour les eaux d'égout 100 l par habitant et par jour.

L'étanchéité de la fosse septique doit être absolue.

« La fosse doit-elle comprendre deux compartiments? C'est ce qu'ont jugé la plupart des constructeurs. En tout cas, il est reconnu que l'effluent doit provenir de la couche moyenne du liquide, la partie supérieure étant encombrée par les matières flottantes formant « le chapeau » et la partie inférieure par les matières plus lourdes en voie de dissolution. Nous préférons une disposition qui nous a été indiquée par M. Parenty et

(1) Une lessive unique de soude caustique sous pression. Deux lessives sous pression de chaux et de sel de soude, soude caustique et colophane (quantité normale de drogues ou quantité forcée). Trois lessives sous pression, une de chaux (24 heures) et deux de soude et soude caustique (24 heures).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui consiste à diviser la fosse septique en deux compartiments : dans l'un, le volume de l'eau reste constant ; dans l'autre, le volume varie suivant l'afflux et règle le débit des eaux admises sur le lit bactérien. Ces deux compartiments sont réunis, soit par un tube plongeant, soit simplement par une chicane de surface suivie d'un déversoir. Les tuyaux de chute doivent plonger de 5 cm au-dessous du niveau du liquide dans la fosse. »

3° *En ce qui concerne le lit bactérien.* — Il est nécessaire que l'alimentation du lit bactérien soit intermittente : elle doit être réglée par un réservoir de chasse automatique. De plus, la répartition sera aussi parfaite que possible à la surface du lit.

Pour éviter les odeurs, le lit bactérien sera établi dans une enceinte fermée, des parois de laquelle il sera autant que possible isolé. La différence de niveau entre la sortie de l'effluent de la fosse septique et le tuyau d'évacuation de l'effluent du lit bactérien doit être au minimum de 1,80 m, dans le but de se rendre compte s'il ne se produit pas de colmatage et y remédier si on en constate.

Les dimensions du lit bactérien en surface seront aussi grandes que possible et calculées au moins sur la base d'une épuration de 500 l par mètre carré et par jour. Nous estimons qu'on ne doit pas descendre au-dessous de 0,5 m².

4° *En ce qui concerne la ventilation.* — On doit remarquer que les eaux qui tombent dans la fosse septique, surtout celles des water-closets, sont très aérées ; de plus la décomposition des matières organiques, principalement celles des matières hydro-carbonées, s'accompagne de dégagement de gaz. Il est donc indispensable de permettre l'évacuation de cet air et de ces gaz. Le tuyau de ventilation pourra du reste être réuni à l'un de ceux du lit bactérien, car toute l'épuration dépend de la quantité d'oxygène fournie aux microbes pour oxyder la matière organique. Pour l'obtenir, un tuyau de 0,15 m de diamètre, très peu élevé : 2,50 m au maximum, éloigné de toute fenêtre ouvrante, amènera l'air frais à la surface du lit bactérien. Un autre tuyau de même diamètre aspirera l'air pris au-dessous du lit ; il s'élèvera jusqu'au faîte de l'habitation et sera surmonté d'une girouette aspiratoire.

Des tampons de visite seront établis au-dessus de la fosse septique pour en permettre la vidange. On veillera enfin à ce qu'aucune odeur, aucun gaz, ne puissent s'échapper par d'autre voie que les tuyaux d'évacuation.

Sur la pasteurisation du lait. — Quels changements la pasteurisation introduit-elle dans le lait? On sait que la stérilisation s'effectue au-dessus de 100°, mais que la pasteurisation se fait industriellement entre 65° et 70°. M. L. Lindet, dans son ouvrage, « Le lait », a étudié l'action de la chaleur sur les éléments du lait. Les modifications les plus importantes portent sur les matières azotées ; l'albumine et le phospho-caséinate de chaux se coagulent d'autant plus que la chaleur est plus élevée. Les recherches de Lindet et Ammann montrent que la matière coagulée représente un mélange, à peu près en parties égales, de ces deux constituants azotés. D'après Orla Jensen, l'azote du coagulum est pour le lait non chauffé de 79,8 et pour le lait chauffé à 70° de 83,1. D'après Bordas et de Raczkowski et Diffloth, l'acide phosphorique des lécithines s'insolubilise ; pour le lait naturel 1,92 ; pour le lait chauffé 30 minutes à 60°, 1,85.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un bulletin récent du United States Department of Agriculture expose que le lait pasteurisé à 62°,8 garde ses phosphates solubles. A 62°,8 l'albumine ne se coagule pas, tandis qu'à 65°,6, à 68°,3, à 71°,1 un pourcentage de 5,75, de 12,75, de 30,78 de l'albumine est coagulé.

Le lait pasteurisé à 65° reste aussi sensible à l'action coagulante de la présure; à 70°, cette action est un peu plus lente; à 75°, la durée est doublée; le caillage est plus lent.

L'acidité du lait pasteurisé est un peu plus faible que celle du lait cru.

La pasteurisation effectuée à 65° n'affecte donc guère la composition chimique du lait, tout en prolongeant sa conservation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. Hitier
membre du Conseil,

LA NOUVELLE ÉVALUATION DE LA PROPRIÉTÉ NON BATIE EN FRANCE

Répartition des différentes cultures. Valeur comparative des terres et des fermages en 1851-1879-1908. L'augmentation du produit brut et la diminution du produit net de l'agriculture française. — Les opérations de la nouvelle évaluation des propriétés non bâties, ordonnée par la loi du 31 décembre 1907, sont désormais achevées : le *Journal officiel* du 1er janvier a publié le rapport du ministre des Finances sur l'ensemble de ces opérations. Celles-ci ont porté sur des centaines de millions d'évaluations. Le résultat de ce travail, que l'on peut qualifier de gigantesque, et qui a été mené somme toute très rapidement par les agents de l'Administration, représente-t-il exactement la réalité? Un juge très compétent et impartial, M. H. Sagnier, s'exprime ainsi à ce sujet dans la chronique du *Journal d'Agriculture pratique* du 8 janvier 1914 :

« Le rapport administratif affirme que la nouvelle évaluation est rigoureusement exacte, que la péréquation de l'impôt foncier, en vue de laquelle elle a été faite, en découlera tout naturellement, que les réclamations qui se sont produites étaient, pour la plupart, injustifiées. Mais, d'un autre côté, les intéressés, c'est-à-dire les propriétaires, font entendre un autre son de cloche. Un grand nombre se plaignent que les évaluations aient été poursuivies à leur insu, que les affirmations administratives à l'encontre soient inexactes, que la rapidité avec laquelle les évaluations ont été faites leur enlève l'autorité qu'elles devraient posséder.

Des associations agricoles se sont fait l'écho de ces réclamations; nous avons, à diverses reprises, enregistré leurs protestations. »

Le rapport administratif tente de répondre à ces protestations en arguant que les valeurs locatives n'ont été contestées que pour un nombre restreint de propriétés, ce qui en présumerait l'exactitude; mais il doit ajouter que les réclamations ayant porté sur 1 936 000 ha environ, on a dû leur donner satisfaction pour 375 000, soit 19 p. 100, ce qui n'est pas une proportion négligeable; on a dû donner ainsi satisfaction à 27 227 réclamations, et la valeur locative a dû être abaissée, pour cette surface, de 18 290 867 f à 14 373 341 f, soit de plus de 21 p. 100. Il est donc permis de prévoir que, lorsque la nouvelle évaluation sera mise en pratique et que les intéressés pourront faire valoir leurs droits, les résultats du travail de l'Administration seront infirmés dans une mesure qu'on ne saurait déterminer à l'avance, mais qui pourrait amener des surprises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'évaluation de la propriété non bâtie a été entreprise dans le but d'une transformation de l'impôt foncier en impôt de quotité, le rapport du Ministre insiste sur les conséquences probables de la nouvelle évaluation et sur les conséquences favorables qui en résulteront pour l'agriculture sous forme d'un dégrèvement d'impôt dans le plus grand nombre des départements; l'avenir montrera quel en sera le résultat : il faut attendre. Aussi nous laisserons complètement en dehors ce côté de la question; mais nous voudrions ici tirer, de l'enquête récente qui vient d'être faite, un certain nombre de renseignements qui nous paraissent, au point de vue agricole, répartition des différents genres de culture, valeur vénale et locative des terres suivant les régions, évolution de l'agriculture dans certains départements, etc., etc., présenter un intérêt général très grand.

RÉPARTITION DES DIFFÉRENTES NATURES DE CULTURE

D'après les données fournies par l'évaluation, la superficie des propriétés non bâties actuellement soumises à la contribution foncière, en France, atteint : 50 982 393,6580 ha.

En vue de faciliter les opérations de l'évaluation de ces propriétés, l'instruction du 31 décembre 1908 a groupé les différentes natures de culture ou de propriété en treize grandes catégories, savoir :

1° Terres labourables;

2° Prés et prairies naturels, herbages et pâturages;

3° Vergers et cultures fruitières d'arbres et arbustes, etc.;

4° Vignes ;

5° Bois, aulnaies, saussaies, oseraies, etc. ;

6° Landes, pâtis, bruyères, marais, terres vaines et vagues, etc. ;

7° Carrières, ardoisières, sablières, tourbières, etc. ;

8° Lacs, étangs, mares, abreuvoirs, fontaines, etc., canaux non navigables et dépendances; salins, salines et marais salants ;

9° Jardins autres que les jardins d'agrément et terrains affectés à la culture maraîchère, florale et d'ornementation; pépinières, etc.;

10° Chantiers, lieux de dépôt, terrains à bâtir, rues privées, etc.;

11° Terrains d'agrément, parcs, jardins, pièces d'eau, etc.;

12° Chemins de fer, canaux de navigation et dépendances;

13° Sols des propriétés bâties et des bâtiments ruraux, cours et dépendances, etc.

Les propriétés rangées dans les douze premiers groupes ont seules été évaluées, l'article 2 de la loi du 26 décembre 1908 ayant prescrit de n'attribuer aucune estimation aux sols des propriétés bâties, etc., qui constituent l'intégralité du 13e groupe.

Parmi les diverses natures de culture ou de propriété, les terres labourables à elles seules occupent 23 725 083 ha, soit près de la moitié de la surface des biens fonds, exactement : 46,54 p. 100; après elles, ce sont les bois qui recouvrent la plus grande étendue, avec 9 716 915 ha (19 06 p. 100); puis viennent, dans l'ordre décrois-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sant d'importance : les landes, avec 7 205 648 ha (14,13 p. 100) : les prés avec 6 912 508 ha (13,56 p. 100), et les vignes avec 1 499 048 ha (2,94 p. 100).

NATURE des RENSEIGNEMENTS.	CONTENANCES TOTALES (1).	RAPPORT DE LA CONTENANCE TOTALE de chaque nature de culture à la contenance totale des propriétés.	NOMBRE de DÉPARTEMENTS autres que celui de la Seine où la moyenne indiquée colonne 3		TERMES EXTRÊMES ET DÉPARTEMENTS où ils sont constatés.	
			est atteinte ou dépassée.	n'est pas atteinte.	Maxima.	Minima.
1	2	3	4	5	6	7
	hectares.	p. 100.			p. 100.	p. 100.
Terres labourables .	23 725 093	46,54	41	45	81,52 (Eure-et-Loir).	9,52 (Alpes-Maritimes).
Bois, etc.	9 716 915	19,06	39	47	55,88 (Landes).	3,41 (Manche).
Landes, etc.	7 205 648	14,13	30	56	61,69 (Hautes-Alpes).	0,61 (Nord).
Prés, etc.	6 912 508	13,56	37	49	45,18 (Manche).	0,75 (Corse).
Vignes (2)	1 499 048	2,94	23	55	31,83 (Hérault).	0,00027 (Territ. de Belfort).

(1) La contenance totale de l'ensemble des propriétés est de 50 982 394 ha.
(2) Il n'existe des vignes que dans 78 départements, celui de la Seine non compris.

1° *Départements où la contenance des terres labourables est supérieure à 400 000 hectares.*

Départements. 1	Contenances. 2 hectares.	Rapport des contenances ci-contre à la contenance totale du groupe. 3 p. 100.
Marne	498 888	2,10
Vienne.	498 133	2,10
Pas-de-Calais.	487 733	2,06
Allier	473 560	2,00
Somme.	470 199	1,98
Côtes-du-Nord	467 152	1,97
Eure-et-Loir	467 064	1,97
Indre.	466 428	1,97
Aisne	460 645	1,94
Loiret	458 551	1,93
Ille-et-Vilaine	453 657	1,91
Maine-et-Loire	450 442	1,90
Yonne	444 358	1,87
Vendée	436 616	1,84
Cher.	432 720	1,82
Deux-Sèvres	432 666	1,82
Loire-Inférieure	417 078	1,76
Total.	7 815 890	32,93

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Départements où la contenance des bois, etc., est supérieure à 200 000 hectares.*

Départements. 1	Contenances. 2 hectares.	Rapport des contenances ci-contre à la contenance totale du groupe. 3 p. 100.
Landes	509 945	5,25
Gironde	391 192	4,03
Var	302 589	3,11
Côte-d'Or	271 045	2,79
Dordogne	256 626	2,64
Vosges	223 008	2,30
Haute-Marne	206 926	2,13
Nièvre	200 562	2,06
Total	2 361 893	24,31

3° *Départements où la contenance des landes, etc., est supérieure à 200 000 hectares.*

Basses-Alpes	351 056	4,87
Basses-Pyrénées	342 831	4,76
Corse	334 773	4,65
Hautes-Alpes	329 567	4,57
Aveyron	282 772	3,92
Lozère	254 402	3,53
Aude	216 475	3,00
Pyrénées-Orientales	211 816	2,94
Hérault	202 212	2,81
Total	2 525 904	35,05

4° *Départements où la contenance des prés, etc., est supérieure à 200 000 hectares.*

Départements. 1	Contenances. 2 hectares.	Rapport des contenances ci-contre à la contenance totale du groupe. 3 p. 100.
Manche	258 222	3,74
Cantal	250 190	3,62
Orne	232 875	3,37
Saône-et-Loire	224 040	3,24
Puy-de-Dôme	213 126	3,08
Calvados	206 075	2,98
Total	1 384 528	20,03

5° *Départements où la contenance des vignes est supérieure à 50 000 hectares.*

Hérault	187 221	12,49
Gironde	151 184	10 09
Aude	116 953	7,80
Gard	71 200	4,75
Pyrénées-Orientales	62 638	4,18
Var	51 662	3,45
Charente-Inférieure	50 530	3,37
Total	691 388	46,13

Les contenances respectives de nos cinq groupes de natures de culture, qui absorbent dans leur ensemble 96,23 p. 100 de la surface totale des propriétés se répartissent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessairement dans des proportions très différentes entre les départements, suivant la constitution géologique, la situation géographique et climatérique, et le régime économique de ces derniers; les tableaux qui précèdent indiquent, à cet égard, quelques chiffres des plus caractéristiques.

Les surfaces, autres que celles consacrées aux terres labourables : bois, landes, vignes, représentent seulement 1 923 192 ha (3,75 p. 100 de l'ensemble du territoire français) mais leur importance économique est considérable.

NATURE DES RENSEIGNEMENTS.	CONTENANCES TOTALES (1).	RAPPORT DE LA CONTENANCE INDIQUÉE col. 2 pour chaque groupe à la contenance totale des propriétés.	CONTENANCES MAXIMA et indication des départements où elles ont été relevées.	CONTENANCES MINIMA et indication des départements où elles ont été relevées.
1	2	3	4	5
	hectares.	p. 100.	hectares.	hectares.
Vergers, etc.	743 339	1,46	73 724 (Calvados).	3 (Landes).
Jardins autres que les jardins d'agrément, etc.	396 879	0,78	16 394 (Seine-et-Oise).	331 (Hautes-Alpes).
Sols des propriétés bâties, etc.	338 600	0,66	12 851 (Nord).	467 (Territ. de Belfort).
Lacs, etc.	176 041	0,35	14 430 (Bouches-du-Rhône).	28 (Lozère).
Chemins de fer, etc.	119 094	0,23	3 147 (Nord).	187 (Territ. de Belfort).
Terrains d'agrément, etc . . .	108 139	0,21	16 005 (Seine-et-Oise).	7 (Lozère).
Chantiers	24 181	0,03	1 632 (2) (Seine-et-Oise).	4 (Basses-Alpes).
Carrières, etc.	16 919	0,03	1 181 (Seine-et-Oise).	0,12 (Lozère).
TOTAUX.	1 923 192	3,77		

(1) La contenance totale de l'ensemble des propriétés est de 50 982 394 hectares.
(2) En réalité, la contenance maxima de ce groupe se rencontre, avec 3 229 hectares, dans le département de la Seine.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DE 1908 AVEC CEUX DES ÉVALUATIONS DE 1851 ET DE 1879

L'évaluation de 1908 ayant été précédée de deux évaluations générales effectuées en 1851 et en 1879, il est intéressant de comparer les données fournies par ces trois opérations, au moins pour quelques-unes des principales cultures, et en ne tenant compte, bien entendu, que des départements pour lesquels les recensements successifs ont pu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porter, c'est-à-dire, abstraction faite des territoires annexés à la France (Savoie, Haute-Savoie, Alpes-Maritimes), ou enlevés à la France (Alsace-Lorraine).

Terres labourables. — De 1851 à 1879 la superficie des terres labourables avait augmenté de près de 400 000 ha, mais de 1879 à 1908 elle a diminué et, en fin de compte, de 1851 à 1908 on constate une étendue moindre de 1 022 576 ha pour les terres arables. Cela est dû, d'une manière générale, d'après le rapport du ministre des Finances, à la dépopulation des campagnes, à la rareté et à la cherté de la main-d'œuvre qui en résultent et qui ont provoqué, soit l'abandon de nombreuses terres médiocres, aujourd'hui en friche, soit la transformation des terres en prés ou en bois, suivant les régions. Elles peuvent cependant provenir aussi d'un ordre tout différent; c'est le cas notamment dans la Gironde, l'Hérault et les Pyrénées-Orientales, où une partie des terres ont été affectées à la culture de la vigne.

Ainsi, de 1851 à 1908 les terres labourables ont diminué de 57 000 ha dans les Ardennes, — de 37 768 ha dans l'Aisne, — de 72 163 ha dans la Côte-d'Or, — de 102 947 ha dans la Dordogne, — de 80 877 ha dans la Marne, — de 112 982 ha dans le Calvados, — 152 756 ha dans l'Orne, — de 82 581 ha dans l'Aude, — de 61 581 ha dans l'Hérault, — 60 135 ha dans le Gard.

Dans quelques départements, de 1851 à 1879, la contenance des terres arables s'est accrue; ces augmentations proviennent le plus souvent du défrichement de landes et de bois dans des régions où le développement des voies ferrées a facilité l'écoulement des produits. C'est le cas notamment pour la Bretagne (Finistère, gain de 81 849 ha, — Loire-Inférieure, 102 991 ha, — Côtes-du-Nord, 45 456 ha, — Morbihan, 63 810 ha, — Ille-et-Vilaine, 52 231 ha).

C'est le cas aussi pour les départements du centre, comme l'Indre, la Creuse, la Vienne, etc.

Dans certains départements, particulièrement dans les Charentes et dans le Gers, les terres arables ont accru leur surface au détriment de la vigne disparue à la suite du phylloxera.

Prés et herbages. — De 1851 à 1879 la superfie occupée par les prés s'était accrue, mais modérément, le mouvement au contraire a pris une grande extension de 1879 à 1908.

Dans neuf départements seulement et pour un total insignifiant de 34 589 ha, on a constaté une diminution de prés et herbages de 1851 à 1908. Les augmentations sont au contraire la règle générale et portent au total sur plus de 2 millions d'hectares.

Ces augmentations sont particulièrement sensibles dans le Calvados (76 627 ha), la Manche, (156 454 ha), l'Orne (101 435 ha), Saône-et-Loire (98 331 ha), Seine-Inférieure (75 553 ha), les Bouches-du-Rhône (56 960 ha?) dans le Doubs (65 768 ha), le Puy-de-Dôme (107 562 ha), le Cantal (163 799 ha); dans ces derniers départements, il est vrai, l'on a classé à juste titre dans le groupe des prés d'anciennes pâtures précédemment considérées comme landes.

Vignes. — De 1851 à 1908, c'est une diminution de 663 772 ha que le recensement constate, malgré une augmentation de 47 622 ha dans l'Aude, 7 926 ha dans la Gironde, 16 318 dans les Pyrénées-Orientales, 41 284 dans l'Hérault.

Mais dans beaucoup de départements où cette culture était autrefois prospère, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vigne n'a été reconstituée qu'en partie : dans les deux Charentes, perte de 81 938 ha et 73 317 ha, la Dordogne (49 867 ha), le Gers (54 000 ha), le Lot (34 119 ha), le Lot-et-Garonne (29 507 ha). Enfin, on remarque que dans un certain nombre de départements (Aube, Eure, Eure-et-Loir, Loiret, Haute-Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Haute-Vienne, etc.), la vigne disparaît progressivement, soit parce que la nature du sol et le climat leur sont peu favorables, soit parce que son faible rendement n'est pas suffisant pour donner un produit rémunérateur en présence du renchérissement considérable de la main-d'œuvre.

Bois. — Les propriétés forestières, appartenant aux particuliers et aux personnes morales autres que l'État, se sont régulièrement accrues dans l'ensemble ; elles ont passé de 7 672 757 ha en 1851, à 8 397 131 ha en 1879, et à 8 703 264 ha en 1908 (1).

Le développement des propriétés forestières est généralement dû aux nombreuses plantations qui ont été faites, soit dans les terres de médiocre qualité, délaissées en raison de l'élévation croissante des frais de culture, soit dans certains vignobles détruits par le phylloxera. C'est à ces causes que l'on doit rattacher les augmentations accusées par l'Aube (43 169 ha), la Côte-d'Or (25 592 ha), la Dordogne, le Doubs, Loir-et-Cher, la Marne (47 179 ha), la Haute-Marne, le Var, Vaucluse, les Vosges. En ce qui concerne l'extension des bois dans la Gironde (gain de 185 142 ha), et dans les Landes (gain de 228 607 ha), elle s'explique par les plantations considérables de pins maritimes.

Dans certains départements, il y a eu des défrichements importants ; dans les Hautes-Alpes, 112 218 ha ; dans l'Allier, 16 184 ha, dans la Corrèze, 64 776 ha, dans la Nièvre 12 281 ha.

Dans beaucoup de départements, de 1851 à 1879, l'on avait défriché des bois pour les mettre en culture, mais l'on s'est aperçu de l'erreur commise et aussitôt un mouvement en sens inverse s'est accusé de 1879 à 1908 : dans la Somme par exemple, dans l'Oise, le Pas-de-Calais, le Nord, l'Aisne, l'Eure, l'Eure-et-Loir.

VALEURS LOCATIVES ET VALEURS VÉNALES

La superficie totale des propriétés non bâties, pour l'ensemble du territoire, sur laquelle a porté l'évaluation, s'élèverait à 50 643 794 ha, dont la valeur locative serait de 2 084 537 f, et la valeur vénale 62 793 054 323 f. Les valeurs moyennes par hectare ressortent ainsi à 41 f et 1 240 f.

Ces valeurs présentent des différences très grandes suivant les natures de culture et suivant les régions du pays. Pour faire ressortir ces différences, l'Administration a réparti la France entre onze régions, comme il suit :

1re région. — Nord, Pas-de-Calais, Somme, Oise, Aisne, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise ;

2e région. — Seine-Inférieure, Calvados, Manche, Eure, Eure-et-Loir, Orne, Sarthe, Mayenne ;

3e région. — Ille-et-Vilaine, Côtes-du-Nord, Finistère, Morbihan, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire ;

(1) Les bois appartenant à l'État comprennent 1 013 650 ha, au total l'étendue des bois en France est ainsi de 9 716 915 ha.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4e région. — Vendée, Deux-Sèvres, Vienne, Haute-Vienne, Dordogne, Charente, Charente-Inférieure;

5e région. — Gironde, Lot-et-Garonne, Landes, Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées, Gers, Tarn-et-Garonne, Tarn, Haute-Garonne, Ariège;

6e région. — Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault, Gard, Bouches-du-Rhône, Var, Alpes-Maritimes, Corse;

7e région. — Hautes-Alpes, Basses-Alpes, Vaucluse, Drôme, Isère, Savoie, Haute-Savoie, Ain, Jura, Doubs;

8e région. — Haute-Saône, Territoire de Belfort, Vosges, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Ardennes, Marne, Aube, Haute-Marne;

9e région. — Yonne, Côte-d'Or, Saône-et-Loire, Rhône, Loire, Puy-de-Dôme, Allier, Nièvre;

10e région. — Cher, Loiret, Loir-et-Cher, Indre-et-Loire, Indre;

11e région. — Creuse, Corrèze, Lot, Aveyron, Lozère, Ardèche, Haute-Loire, Cantal.

Pour les valeurs locatives, en ce qui concerne les cinq principaux groupes de natures de culture, les moyennes à l'hectare que les travaux d'évaluation font ressortir pour chaque région sont les suivantes :

RÉGIONS. 1	VALEUR LOCATIVE A L'HECTARE. Terres labourables 2	Prés, etc. 3	Bois, etc. 4	Vignes. 5	Landes, etc. 6
	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.
1re région	78	103	28	95	7
2e —	60	90	21	56	10
3e —	57	69	21	77	13
4e —	38	60	14	49	6
5e —	37	55	18	66	5
6e —	34	55	8	86	2
7e —	49	41	14	66	2
8e —	24	55	24	118	3
9e —	40	68	19	103	6
10e —	36	57	18	69	6
11e —	29	47	12	59	4
Ensemble des régions.	46	65	18	76	4

Quant à la valeur vénale, sa recherche n'avait pas été ordonnée par la loi du 31 décembre 1907 mais prescrite uniquement dans un but de statistique par l'instruction ministérielle du 31 décembre 1908; les agents de l'Administration l'ont fixée, nous l'avons dit plus haut, à 62 793 054 323 f soit à 1 240 f par hectare en moyenne pour l'ensemble des propriétés non bâties de la France; et, d'après les tableaux annexés au rapport du ministre, pour les cinq groupes de natures de culture les plus importants par leur étendue, les valeurs moyennes à l'hectare indiquées ci-dessous ont été trouvées :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	francs.
Terres labourables	1 388
Prés et prairies naturelles, herbages et pâturages	1 878
Bois, aulnaies, saussaies, oseraies, etc.	620
Vignes	2 033
Landes, pâtis, bruyères, marais, terres vaines et vagues, etc.	159

Ces moyennes sont atteintes ou dépassées :

	départements.
Pour les terres labourables, dans	36
Pour les prés et prairies naturelles, herbages et pâturages, dans	30
Pour les bois, aulnaies, saussaies, oseraies, etc., dans	41
Pour les vignes, dans	29
Pour les landes, pâtis, bruyères, marais, terres vaines et vagues, dans	46

C'est dans le département du Nord, où l'agriculture est particulièrement prospère, que sont constatées les valeurs moyennes à l'hectare les plus élevées en ce qui concerne les terres labourables (4 332 f), les prés (4 453 f), les bois (2 283 f) et les landes (890 f).

Quant aux vignes, elles atteignent leur valeur vénale maxima à l'hectare dans la Marne (6 058 f) qui renferme les grands crus champenois.

COMPARAISON DES VALEURS LOCATIVES ET DES VALEURS VÉNALES EN 1851, 1879 ET 1908

Pour l'ensemble du territoire les évaluations successives de 1851, 1879 et 1908 ont abouti aux chiffres suivants :

ÉPOQUES des CONSTATATIONS. 1	VALEURS LOCATIVES. 2	VALEURS VÉNALES. 3	VALEUR LOCATIVE à l'hectare. 4	VALEUR VÉNALE à l'hectare. 5
	francs.	francs.	francs.	francs.
Évaluation de 1851	(1) 1 824 186 249	(1) 61 189 030 452	38	1 276
Évaluation de 1879	2 643 505 565	91 583 966 075	53	1 830
Évaluation de 1908	2 056 949 814	61 757 233 533	41	1 244

(1) Les propriétés sur lesquelles a porté l'évaluation de 1851 ont, en réalité, accusé, au total, une valeur locative de 1 905 622 436 f et une valeur vénale de 63 699 660 456 f. Mais ces nombres ont été rectifiés lors de l'évaluation de 1879, pour tenir compte des pertes de territoire consécutives à la guerre de 1870-1871, et, de ce chef, ramenés respectivement à 1 824 186 249 f et à 61 189 030 452 f. Il sera fait état uniquement de ces dernières données dans les comparaisons qui vont suivre.

Les indications de ce tableau, ajoute le rapport, montrent qu'en 1879 les valeurs locatives et vénales s'étaient notablement accrues pour l'ensemble des propriétés et qu'en 1908 elles ont baissé pour revenir à peu près à leur chiffre de 1851. « Ces mouvements sont dus à des causes d'ordre général : avant 1879, une période de prospérité à laquelle a succédé une crise agricole, provoquée par la dépopulation des campagnes, crise qui dure encore. » Il n'y a pas eu en fait seulement crise de dépopulation des campagnes, il y a eu, après 1879, crise provenant de la baisse quasi générale des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produits de l'agriculture, à la suite de la brusque apparition des importations américaines notamment.

« La baisse, continue le rapport, qui s'est produite depuis 1879 dans les valeurs des propriétés a d'ailleurs été proportionnellement plus forte pour la valeur vénale que pour la valeur locative. On arrive même à ce résultat que, si l'on rapproche directement les données des évaluations de 1851 et 1908, on constate que les valeurs locatives ont augmenté alors que les valeurs vénales ont diminué. Cela tient aux transformations qui se sont opérées dans l'agriculture, à l'apparition des cultures fourragères et industrielles, à l'extension des débouchés, à la multiplication des voies de communication, à l'emploi des engrais chimiques, etc. (nous verrons plus loin, en effet, combien le produit brut de l'agriculture a augmenté depuis 1879) qui ont exercé une heureuse influence sur le cours des loyers. Quant aux valeurs vénales, elle n'ont pas bénéficié au même titre de ces circonstances favorables, car la propriété foncière non bâtie est beaucoup moins recherchée aujourd'hui qu'il y a cinquante ou soixante ans.

« Au milieu du siècle dernier, le désir d'acquérir ou d'agrandir un domaine faisait sacrifier le revenu, et la moindre parcelle de terre était chèrement disputée par de nombreux amateurs. A notre époque, au contraire, le capital répugne de plus en plus à s'immobiliser dans les placements fonciers où il ne trouve pas de facilités de circulation. Sollicité par de nombreux établissements de crédit, il se tourne vers les valeurs mobilières qui lui offrent de multiples avantages : extrême mobilité de placement dans les conditions les plus simples et les moins onéreuses, perception aisée des revenus, etc. De là une infériorité marquée pour la propriété foncière, infériorité qui lui a nécessairement enlevé une partie de sa valeur vénale. »

Si les résultats de 1908 se rapprochent sensiblement, au total, de ceux de 1851 ; ils ne se répartissent pas de la même manière entre les différents groupes, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres du tableau suivant :

ANNÉES.	TERRES LABOURABLES.		PRÉS ET HERBAGES.		BOIS.		VIGNES.	
	Valeur locative	Valeur vénale	Valeur locative	Valeur vénale	Valeur locative	Valeur vénale	Valeur locative	Valeur vénale
	moyenne à l'hectare.		moyenne à l'hectare.		moyenne à l'hectare.		moyenne à l'hectare.	
1851.	42	1 479	73	2 256	20	642	69	2 067
1879.	57	2 197	97	2 961	23	745	130	2 968
1908.	49	1 496	65	1 878	17	573	76	2 039

Quelques remarques au sujet de ces chiffres.

Si pour les *prés* et *herbages* les valeurs locatives et vénales moyennes de l'hectare sont plus faibles en 1908 qu'en 1851, c'est que les prés et herbages se sont beaucoup étendus et occupent maintenant des terres souvent d'assez médiocre qualité, impropres à rester terres de labour ; il faut aussi faire remarquer qu'en 1908, on a rattaché, au groupe des prés, de vastes étendues de pâtures classées auparavant dans la catégorie des landes.

Quant aux *bois*, il y a lieu de tenir compte que les chiffres donnés plus haut se rap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portent exclusivement aux bois appartenant aux particuliers, et beaucoup sont des bois taillis. Or, les taillis ont été fortement éprouvés par la baisse des prix de vente.

Leurs produits, concurrencés par la houille et par le gaz tant pour les usages industriels que pour les usages domestiques, ont subi une dépréciation considérable, surtout dans les régions où il existe des charbonnages; d'un autre côté, leurs écorces, jadis utilisées dans le tannage des cuirs, ont été remplacées peu à peu par des préparations chimiques. Le revenu des taillis a donc diminué et cette diminution coïncidant avec le renchérissement de la main-d'œuvre, il est même devenu parfois à peu près nul. C'est ce qui explique que, malgré la valeur encore considérable des futaies, les moyennes des bois subissent néanmoins un fléchissement notable en 1908. Il y a lieu encore d'ajouter que les plantations de nouveaux bois, très nombreuses depuis un certain nombre d'années, ayant été faites en grande partie dans de nouveaux terrains (landes, vignes arrachées, terres labourables abandonnées, etc.) ne constituent dans leur ensemble que des taillis de qualité médiocre dont la faible valeur contribue encore à accentuer l'abaissement des moyennes.

PRODUIT NET ET PRODUIT BRUT DE L'AGRICULTURE FRANÇAISE

La diminution considérable de la valeur foncière de la propriété rurale en France, tombant de 91 milliards en 1879, à 61 milliards en 1908, baisse de 33 p. 100, ne tient nullement à une diminution du produit brut de l'agriculture française, bien au contraire, mais à une diminution du produit net, c'est-à-dire du bénéfice que peut réaliser l'exploitant du sol.

Une page, dans la dernière *Statistique agricole annuelle* du ministère de l'Agriculture, et intitulée simplement *bilan*, renferme à cet égard des chiffres extrêmement intéressants. D'après ce document officiel du ministère de l'Agriculture, de 1892 à 1911, le produit brut de l'exploitation du sol en France aurait passé de 17 815 millions de francs à 21 596 millions de francs, soit, en l'espace des vingt dernières années, une augmentation de 3 581 millions.

Mais, dans ce même laps de temps, les charges financières (1) de la culture ont passé de 8 802 millions de francs à 11 175 millions de francs; les charges économiques (2) de 8 213 millions à 9 450 millions de francs, de telle sorte que le *produit net*, encore de 800 millions en 1892, n'était plus que de 771 millions de francs en 1911, et il était de 1 198 millions en 1882. Le produit net a donc diminué en trente ans de 421 millions de francs.

Ce sont les rémunérations, gages et salaires du personnel agricole, qui ont, en réalité, absorbé la plus grande partie de la plus-value du produit brut, en augmentant de 3 967 millions de francs en 1892 à 5 800 millions de francs en 1911.

Ce sont en fin de compte, les salaires agricoles qui ont largement profité de l'augmentation du produit brut de la terre française; les propriétaires, au contraire, ont vu la valeur vénale et la valeur locative de leurs terres diminuer très sensiblement.

Suivant les régions s'observent de très grandes différences dans les fluctuations de la valeur des terres.

(1) Impôts, gages et salaires, loyer, etc.
(2) Semences, fumures, pailles, etc., faisant partie du capital d'exploitation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suivant les régions, les statistiques nous montrent, en effet, les départements très diversement atteints par la baisse des valeurs locatives et vénales des terres; même dans quelques-uns d'entre eux, l'on constate une hausse assez sensible de la valeur de la propriété; et rien n'est frappant comme la comparaison à cet égard des régions *Ouest* et *Est* de la France.

En Bretagne, les progrès de l'agriculture ont été continus, favorisés par une main-d'œuvre encore abondante, par le développement récent des voies de communication, par des débouchés sans cesse grandissants pour l'ensemble des produits du sol; aussi les landes ont été défrichées sur de grandes étendues, la chaux et les phosphates qui manquaient au sol ont été apportés un peu partout, terres et prés se sont améliorés, et le bétail a suivi le même progrès : de là cette hausse des valeurs locatives de la terre.

Au contraire, dans l'Est, la main-d'œuvre agricole est des plus restreintes, l'agriculteur a dû diminuer l'étendue des terres qu'il cultivait, reboiser les sols les plus ingrats ou les plus éloignés des villages; d'autre part, la vigne, une des richesses du pays, à la suite du phylloxera, des invasions réitérées de maladies cryptogamiques, de saisons défavorables comme climat, n'a plus donné pour ainsi dire aucun revenu : de là la baisse continue de la valeur locative de la terre dans cette région de l'Est.

Les tableaux qui suivent permettent de saisir ce double phénomène économique :

VALEUR LOCATIVE MOYENNE A L'HECTARE EN FRANCS.

BRETAGNE.				EST DE LA FRANCE.			
	1851	1879	1908		1851	1879	1908
Côtes-du-Nord	35	55	51	Meuse	32	41	27
Finistère	27	42	49	Meurthe-et-Moselle	45	51	40
Morbihan	22	32	34	Marne	32	42	29
Ille-et-Vilaine	36	62	66	Haute-Marne	31	34	22
Loire-Inférieure	33	55	58	Haute-Saône	42	45	28
Moyenne pour l'ensemble.	29	49	51		32	42	29

	ÉTENDUE TOTALE du territoire en hectares.	NOMBRE des SALARIÉS agricoles.		ÉTENDUE TOTALE du territoire en hectares.	NOMBRE des SALARIÉS agricoles.
Côtes-du-Nord	687 766	30 800	Marne	817 930	18 800
Finistère	673 572	97 300	Haute-Marne	621 801	9 845
Morbihan (1)	»	»	Meurthe-et-Moselle	523 357	17 280
Ille-et-Vilaine	673 727	57 878	Meuse	623 261	15 104
Loire-Inférieure	689 801	40 800	Haute-Saône	533 142	5 814
TOTAL	2 724 866	226 978		3 119 491	66 843

(1) Les chiffres du nombre des salariés agricoles n'ont pas été donnés pour le Morbihan dans l'enquête sur les salaires agricoles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La valeur locative moyenne de l'ensemble des propriétés non bâties est ainsi tombée dans l'*Est* à un prix égal à celui que l'on relevait en *Bretagne* en 1851 ; et dans cette dernière région, au contraire, la valeur locative se serait élevée de 29 à 51 f en moyenne à l'hectare de 1851 à 1908.

Or, si, d'après l'enquête récente du Ministre de l'Agriculture sur les salaires agricoles, on relève les chiffres indiqués quant au nombre des salariés agricoles dans ces deux régions, l'on est profondément frappé des différences constatées.

D'après ces chiffres l'on aurait en Bretagne 8 salariés agricoles par 100 ha du territoire total et 2 seulement dans les départements de l'Est que nous avons pris comme exemple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

NOTES DIVERSES

Construction.

L'imperméabilisation des ciments et des mortiers par les huiles lourdes. — Concernant la question si importante et si discutée de l'étanchéité des ciments et des mortiers, M. Féret, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-Mer, vient de publier une étude, dans laquelle il relate toute une série d'expériences personnelles fort nettes et très suffisamment concluantes.

Il rappelle au début de son travail qu'on obtient une étanchéité satisfaisante : en adoptant un dosage riche, — en prenant certaines précautions de mise en œuvre, — et en donnant aux mortiers une composition granulométrique telle que les plus gros grains de sable soient en proportion à peu près double des grains fins, ciment compris, avec le moins possible de grains intermédiaires.

Seulement, on ne dispose pas toujours de sable contenant une proportion suffisante de gros grains et de grains très fins; fréquemment aussi, on veut économiser sur la qualité ou la quantité du ciment; enfin, on ignore assez généralement la règle ci-dessus, — et il en résulte que les ouvrages exécutés laissent filtrer l'eau.

C'est ce qui a poussé à la recherche de l'étanchéité au moyen de compositions plus ou moins secrètes, qu'on applique en enduits ou qu'on incorpore au mortier lors du gâchage.

Celles de ces compositions, qui sont appliquées sous forme d'enduits, sont des vernis, des peintures à l'huile de lin, des matières bitumineuses, des hydrocarbures liquides, etc.

Celles qu'on emploie lors du gâchage sont des matières inertes : sable, argile; ou des composés tels que le résinate de potasse, ou des huiles saponifiables, qui réagissent sur la chaux du ciment pour donner des dépôts insolubles obstruant les pores du mortier.

Les expériences, dit M. Féret, auxquelles, dans les laboratoires, ces produits ont été soumis, n'ont pas encore nettement démontré leur efficacité.

MM. R. J. Wig et P. H. Bates, du *Bureau of Standards* de Washington, concluent dans un compte rendu d'expériences publié en 1911 dans le bulletin n° 3 de leur établissement, que des mortiers ou bétons de ciment de Portland peuvent être rendus pratiquement imperméables, sous une pression d'eau d'au moins 12 mètres, sans addition de matière spéciale, par l'emploi judicieux de bons matériaux. Ils ajoutent que jamais l'addition de produits étrangers ne peut compenser un dosage insuffisant du mortier, la mauvaise qualité des matériaux ou une main-d'œuvre insuffisante.

D'autre part, au 6e congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux (New York, 1912), un représentant du laboratoire de Gross Lichterfelde a déclaré que les compositions dont nous avons parlé plus haut augmentaient bien au début l'étan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chéité, mais étaient impuissantes à maintenir celle-ci dans la suite à cause de l'entraînement des matières introduites.

Enfin les mêmes constatations ont été faites au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, à Paris, où l'on a même observé que la diminution de perméabilité, qui se produit par colmatage dans les mortiers ordinaires, ne se produit pas dans ceux qu'on a additionnés de produits spéciaux.

Pourtant des expériences poursuivies depuis deux ans par le service des Routes publiques des États-Unis semblent établir qu'il est possible d'obtenir l'étanchéité par l'adjonction de petites quantités d'huiles minérales lourdes.

M. Logan Waller Page, directeur du Service, a rendu compte de ces expériences, dans une brochure intitulée : *Oil mixed Portland Cement Concrete*.

En mélangeant au mortier un poids d'huile égal à 10 p. 100 du poids du ciment, il a obtenu l'étanchéité de cuves à eau, de dallages de revêtement et de voûtes. Il a observé, de plus :

1° Que la prise du mortier est retardée de la moitié de sa durée;

2° Que la résistance à la traction du mortier 1 : 3 est augmentée;

3° Que la résistance à la compression est légèrement diminuée; la fragilité et l'élasticité n'étant pas modifiées;

4° Que l'adhérence aux tiges d'acier lisses est réduite; mais non l'adhérence aux barres tordues ou de section variable;

5° Que la porosité et la perméabilité sont diminuées.

Nous ne pouvons entrer dans le détail de ces expériences, ni citer de chiffres, qui n'auraient de signification qu'autant que nous donnerions la composition des éprouvettes et le détail des essais, ce qui nous entraînerait trop loin.

Or M. Féret a entrepris de vérifier les résultats signalés par M. Logan Waller Page et en particulier d'observer si l'imperméabilité obtenue n'était pas uniquement passagère.

De plus il voulait rechercher s'il n'était pas possible de substituer d'autres huiles aux huiles américaines peu communes en France.

Il s'est aussi demandé si l'obstacle opposé par l'huile à la pénétration de l'humidité dans le béton, en diminuant les dilatations et contractions, ne réduisait pas les chances de fissuration et d'autre part ne s'opposait pas à l'attaque par l'eau de mer et les solutions salines.

Enfin il a cherché à savoir si, en même temps que l'adhérence aux barres d'acier, l'adhérence aux pierres du béton n'était pas réduite.

Ici encore, l'impossibilité d'entrer dans le détail des épreuves ou de la composition des mortiers essayés, nous empêche de rapporter les expériences de M. Féret. Force nous est de nous contenter de résultats généraux.

Les propriétés d'adhérence ont fait l'objet de recherches opérées sur des mortiers riches et compacts, additionnés d'huiles différentes de celles que caractérisa M. Logan Waller Page.

M. Féret a constaté que l'adhérence était peu diminuée par l'adjonction d'une proportion d'huile de 5 p. 100 du poids de ciment; l'affaiblissement étant plus prononcé avec une proportion de 10 p. 100 d'huile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les recherches concernant la perméabilité ont été plus étendues.

L'auteur a employé des mortiers maigres et poreux constitués par 1 m³ de sable fin, pour 250, 350 et 450 kg d'un ciment minutieusement défini par lui.

Il a observé que l'influence de l'huile paraissait nulle sur les deux premiers mortiers, les plus maigres. Au sujet de ceux-ci, en effet, aucune loi ne peut être déduite des expériences effectuées, sinon que l'écoulement de l'eau semble dépendre de l'orientation de certaines cavités, beaucoup plus que de la contexture moyenne.

L'huile n'améliore donc pas les mortiers très poreux. Au contraire, elle a nettement diminué la perméabilité du mortier à 450 kg de ciment et rien ne permet de supposer que ce fut de façon passagère.

D'autre part, aucune des éprouvettes de ce dernier mortier n'avait, au bout de douze semaines, présenté d'indice de désagrégation, même celles qui avaient été suspendues dans l'eau de mer, de manière à être alternativement noyées et découvertes par la marée.

Au cours d'une autre série d'essais, des mortiers compacts soumis à de fortes pressions ont accusé une diminution de perméabilité sensible, moyennant l'adjonction d'une quantité d'huile égale à 10 p. 100 du poids du ciment.

Une proportion d'huile de 5 p. 100 n'est pas suffisante, elle est même nuisible. Car l'huile, en trop petite quantité, est expulsée et la perméabilité devient alors plus grande qu'elle n'eût été normalement.

En effet, au cours des épreuves relatives à la porosité, M. Féret a remarqué que le volume des matières solides, ciment et sable, était moindre dans un mortier additionné d'huile que dans le même mortier laissé à l'état naturel. Par conséquent l'huile réduit bien, par sa présence, le volume des vides, mais, si elle vient à être chassée, elle laisse ceux-ci beaucoup plus grands qu'ils n'eussent été sans son intervention.

Aussi, M. Féret a-t-il cru devoir tirer de ses expériences les conclusions suivantes :

L'adjonction d'huiles lourdes aux mortiers assez compacts pour ne laisser filtrer que peu d'eau, tout en réduisant la résistance et le pouvoir adhésif de ces mortiers, diminue leur porosité et leur perméabilité au point d'arrêter toute filtration.

L'huile joue un rôle de colmatant, — jusqu'au moment où, chassée par une pression d'eau dont la valeur dépend de la composition du mortier, elle laisse celui-ci plus perméable qu'il ne l'eût été sans l'adjonction de matière étrangère.

Son action n'est donc efficace que sous de faibles pressions. Un tel reproche peut être fait à tous les hydrofuges. Pourtant, ceux de ces produits, qui laissent dans les pores du mortier un dépôt solide, peuvent prétendre y échapper. Mais les employer revient à corriger la composition granulométrique du mélange constituant le mortier, pour obtenir la compacité maxima, de la manière que nous avons indiquée en commençant.

Aussi bien le même but serait-il atteint par un dosage judicieux. Et M. Féret conclut que, étant donné le prix élevé des huiles et produits hydrofuges, on aurait, à tout prendre, meilleur compte à recourir à un tel dosage, quitte à ajouter 1/3 de ciment et à faire confectionner un sable approprié.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La pose des carreaux de revêtements. — Le *Ton-Industrie Zeitung* a publié récemment une étude fort intéressante, relatant une série d'expériences qui eurent pour objet la recherche des précautions à prendre, lors de la pose des revêtements de murs en carreaux céramiques.

On a en effet bien souvent remarqué combien la solidité de ces revêtements était précaire : il arrive fréquemment que, quelques semaines après la pose, les carreaux se détachent, sans raison apparente, au moindre choc.

La cause de ce phénomène réside, soit dans la composition des mortiers employés, soit dans la constitution même des carreaux, qui peuvent présenter une surface trop lisse, ou n'être pas assez poreux.

MM. Seiger et Cramer, au Laboratoire chimique pour l'industrie céramique, ont déterminé l'importance de la composition des mortiers et ont montré que l'habitude de saturer d'eau les carreaux avant la pose contribuait pour une grande part au manque d'adhérence des revêtements.

En effet, les carreaux, quelle que soit leur provenance, absorbent l'eau dans une proportion qui varie de 8,5 à 11,2 p. 100 de leur poids à l'état de siccité.

Aussi a-t-on coutume de les imprégner d'eau avant l'emploi pour les empêcher d'absorber l'eau indispensable à la prise du mortier. Mais, ainsi traités, ils sont très souvent incapables d'absorber l'eau de gâchage, qui se trouve toujours en excès. Et on a observé effectivement que ceux qui furent saturés d'eau avant la pose furent également ceux qui se détachèrent le plus facilement.

Les expériences ont porté sur des carreaux de trois provenances différentes, et sur des mortiers contenant, pour un litre de ciment de Portland, les uns 3,5 l et les autres 10 l de sable.

Lors de chaque expérience, une part des carreaux était simplement mouillée; l'autre part, complètement imbibée d'eau.

Les revêtements furent appliqués sur une maçonnerie de briques ordinaires, et, après vingt-huit jours, furent arrachés au moyen d'un dispositif spécial, permettant de noter la force en kilogrammes mesurant l'adhérence des carreaux.

On a ainsi observé que la plus grande résistance était obtenue avec le mortier composé de 1 l. de ciment de Portland pour 3,5 l de sable, les carreaux étant simplement mouillés.

La force nécessaire pour arracher ces derniers a varié, dans ces conditions, de 98 à 133 kg

P. COUTURAUD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU 13 JANVIER 1914

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

M. LE PRÉSIDENT explique qu'il a été nécessaire de convoquer une assemblée générale extraordinaire, conformément aux statuts, pour autoriser le Conseil à aliéner un titre de rente, dont le montant sera employé à l'achat d'un immeuble. Il donne la parole à M. Toulon, secrétaire, pour exposer les motifs qui ont déterminé le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement à faire l'acquisition d'un nouvel immeuble, situé rue Saint-Benoît, n° 15, et enclavé dans l'hôtel que la Société possède.

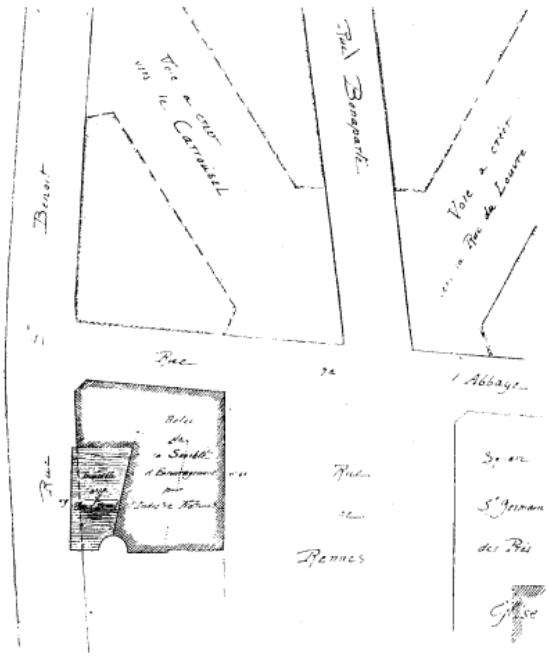
M. TOULON, *secrétaire*. — Avant l'année 1849, la Société tenait ses séances dans un local loué, rue du Bac. A cette époque, alors que la Société était déjà presque cinquantenaire, puisque sa fondation remonte à l'année 1801, le Conseil d'Administration jugea plus convenable que la Société eût un siège fixe, permanent et définitif. C'est ainsi que fut décidée l'acquisition de l'immeuble, dit de l'ancienne Gendarmerie, formant une dépendance de l'ancienne Abbaye de Saint-Germain-des-Prés.

Les terrains acquis ne contenaient que des bâtiments inutilisables ; ils étaient placés sur une impasse donnant sur la rue des Petits-Augustins, devenue aujourd'hui la rue Bonaparte. Il fallut construire et la Société fit édifier la salle inférieure, qui servit d'abord de bibliothèque, et la grande salle du premier étage où se tiennent les séances publiques du Conseil d'Administration de la Société. Ces salles sont appuyées, par un de leurs angles, sur une tour de l'ancienne abbaye, dont les restes subsistent encore, et qui était dénommée la tour du Vieux-Colombier. Plus tard, en 1884, fut construit le bâtiment actuel de notre Bibliothèque, pour satisfaire aux néces-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sités que justifiait l'extension sans cesse croissante des services de la Société.

En 1873, la création de la rue de Rennes et de la place Saint-Germain-des-Prés obligea la Société à modifier quelques dispositions des anciens aménagements et la conduisit à faire construire une nouvelle façade sur la place. Lorsque les nouveaux locaux furent inaugurés, le 11 décembre 1874, la Société put reconnaître combien le choix de l'emplacement qu'elle avait acquis, vingt-cinq ans auparavant, avait été heureux puisque le terrain prenait, par suite de la création des nouvelles rues, une valeur beaucoup plus grande. Aussi



était-ce avec reconnaissance qu'était rappelé le rôle joué par un membre du Conseil, M. Amédée Durand qui, en 1849, avait pris une part active au succès de cette première acquisition.

Aujourd'hui, comme en 1849 et en 1884, notre Société se trouve de nouveau à l'étroit. De nombreuses sociétés, la Société de Physique, la Société chimique, la Société internationale des Électriciens, la Société des Chimistes-Experts, etc., viennent siéger régulièrement dans l'hôtel de notre Société. Les salles sont fréquemment louées pour des congrès, des assemblées générales, des conférences et diverses réunions. La Bibliothèque s'enrichit sans cesse de nouveaux volumes et son étendue devient insuffisante. Des locaux sont loués à des syndicats ou à des sociétés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre Conseil s'est donc justement préoccupé de prévoir les moyens de satisfaire à l'accroissement continu de l'ensemble des services de notre Société. Les travaux et les études d'une Commission spéciale, nommée pour étudier cette importante question, ont conduit à cette conclusion qu'il était utile d'acheter l'immeule contigu à l'hôtel de la Société et situé rue Saint-Benoît, n° 15. Cet immeuble forme enclave dans l'angle formé par la grande salle et la Bibliothèque. Les négociations poursuivies ont abouti dans des conditions satisfaisantes.

L'acquisition de la maison de la rue Saint-Benoît, n° 15, est d'autant plus intéressante pour notre Société, que l'ensemble du terrain dont elle sera ainsi propriétaire forme un vaste quadrilatère avec façades sur deux rues et une place. Comme le montre la figure ci-jointe, dans un avenir prochain, la situation de ce terrain sera encore améliorée par la création des deux grandes rues projetées à partir de la place Saint-Germain-des-Prés, l'une se dirigeant vers l'Institut et le nouveau pont à établir dans le prolongement de la rue du Louvre, l'autre orientée vers le pont des Saints-Pères.

Tels sont les motifs qui justifient la nouvelle acquisition, décidée par le Conseil de notre Société. De nouveaux aménagements pourront être prévus pour répondre aux besoins qui résultent du développement plus étendu de son activité grandissante. Notre Société aura ainsi une réserve utile pour son avenir.

M. le Président, après avoir demandé si quelqu'un a des observations à présenter, met aux voix la résolution suivante :

L'Assemblée générale approuve les décisions prises par le Conseil d'Administration dans sa séance du 17 décembre 1913 en ce qui concerne l'achat d'un immeuble situé à Paris, 15, rue Saint-Benoît, et contigu à l'Hôtel de la Société. En conséquence :

L'Assemblée générale approuve l'achat de cet immeuble au prix de 130 000 francs, frais d'achat et frais de réparation du mur mitoyen à la charge de la Société d'Encouragement, avec garantie en cas de reprise domaniale;

L'Assemblée générale charge M. L. Lindet, président de la Société, de l'exécution de cette décision et le délègue notamment pour signer tous actes relatifs à cette opération;

L'Assemblée générale décide que la somme nécessaire à cette opération sera prélevée sur les fonds généraux de la Société et autorise son Trésorier, M. Amédée Alby, à vendre le titre de rente n° 330 650, section 7, de 7 444 francs de rente, jusqu'à concurrence de 6 000 francs de rente.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT profite de l'occasion qui lui est offerte pour remercier publiquement M. Toulon de la part qu'il a prise dans l'étude et les négociations qui ont précédé la détermination adoptée par le Conseil et qui vient d'être approuvée par l'Assemblée générale.

M. LE PRÉSIDENT donne la parole à MM. Hitier et Toulon pour le dépouillement de la correspondance et l'analyse des ouvrages acquis par notre Bibliothèque depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

The Measurement of high Temperatures, par MM. G. K. BURGESS, Bureau of Standards, et H. LE CHATELIER, Membre de l'Institut, 3e éd. ;

Cours de physique générale (Leçons professées à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille). Tome Ier : Unités, Gravitation, Électricité et magnétisme, ions et électrons. Symétries, par M. H. OLLIVIER, maître de conférences à l'Université de Lille ;

Manuel des directeurs et contremaîtres de petites usines à gaz, par M. COUTURIER, 3e édition, revue et complétée par M. H. BOURON, Ingénieur des Arts et Manufactures ;

Manuel pratique de serrurerie (Partie élémentaire), par M. E. HENRIET, professeur aux cours du soir et de demi-temps créés par la Chambre syndicale des Entrepreneurs de Serrurerie de la Ville de Paris ;

Les moteurs électriques et leurs applications industrielles. par MM. A.-R. GARNIER, Ingénieur des Arts et Manufactures, et V. SYLVESTRE, Ingénieur des Arts et Métiers (Fascicule VI de la Bibliothèque de la *Technique moderne*) ;

Agendas Dunod 1914. — Chemins de fer, par M. P. BLANC, chef du Secrétariat du Matériel et de la Traction des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée. — *Électricité*, par M. J.-A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de l'*Électricien*. — *Mécanique*, par M. J. IZART, ingénieur-conseil en force motrice. — *Métallurgie*, par M. D. LEVAT, Ingénieur civil des Mines. — *Construction automobile*, par M. C. FAVRON, Ingénieur A. et M., revisé par M. F. CARLÈS, ingénieur civil ;

Épuration terrienne des eaux d'égout, par M. VINCEY, directeur des Services agricoles du Département de la Seine ;

L'imperméabilisation des mortiers et les huiles lourdes, par M. R. FÉRET, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-Mer ;

Du traitement juridique appliqué aux aérostats étrangers voyageant ou atterrissant en France, par M. Gaston BONNEFOY, docteur en droit ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Origine et évolution des outils préhistoriques, par M. Ch. Fremont ;

Le VI^e Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux. Compte rendu des travaux (relatifs aux métaux) du Congrès de New York, par M. H. Hubert, Inspecteur général des Mines ;

Les méthodes actuelles d'essai et l'Association internationale pour l'Essai des Matériaux, par M. H. Hubert, Inspecteur général des Mines ;

Agenda Lumière-Jougla 1914 ;

International Catalogue of scientific Literature. 11th annual issue. B. Mechanics ;

Société technique de l'Industrie du Gaz en France. 40e Congrès, Toulouse, 1913 ;

Aéro-manuel, 1914. Répertoire sportif, technique et commercial de l'aéronautique, par MM. Ch. Faroux, rédacteur en chef de *La Vie automobile*, et G. Bonnet, rédacteur à l'*Auto* et à l'*Aérophile ;*

Travaux et mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous les auspices du Comité international, par le Directeur du Bureau. Tome XV.

M. Hitier analyse les ouvrages suivants :

Exposition universelle internationale de 1900, à Paris. — Musée rétrospectif de la classe 94 : L'orfèvrerie française. Livre III^e : Le XIX^e siècle, 2e période : 1860-1900. Rapport de M. Henri Bouilhet ;

La crise de la main-d'œuvre en France, par M. A. Souchon, professeur à la Faculté de Droit de Paris ;

Voyages en France, par M. Ardouin-Dumazet. 18e série : Flandre. 19e série : Hainaut et Cambrésis. 58e série : Calaisis, Boulonnais et Artois ;

Rouen. Étude d'une agglomération urbaine, par M. J. Levainville, docteur de l'Université de Bordeaux ;

L'apprentissage dans les métiers d'art, par M. Guillaume Janneau, Inspecteur des Monuments historiques ;

Agenda agricole et viticole pour 1914, par M. V. Vermorel.

Dix membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

La Société des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille-Montagne, à Paris (*Membre perpétuel*), présentée par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Pontzen (Émile), ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur civil des Mines, à Paris, présenté MM. Alby, Giros et Loucheur;

M. Lacarrière (Louis), à Paris, présenté par MM. Vieille et le capitaine Nicolardot;

M. Desjacques (Georges-François), sous-directeur des Établissements Malicet et Blin, à Pantin, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot;

M. Deport (Albert), à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot;

M. Raguet (Gustave), chef d'escadron d'artillerie, à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot;

M. Billon-Daguerre (Armand-Louis), ingénieur, Société française du Quartz, à Asnières (Seine), présenté par MM. Lindet et Berthelot;

M. Danzer (Caïus) ingénieur-conseil en matière de propriété industrielle, à Paris, présenté par MM. Lindet et Lemaire;

M. Ruelle (Alphonse-Isidore), fabricant d'instruments de précision, à Paris, présenté par MM. le capitaine Nicolardot et Lemaire;

M. Nichols (William-Henry), docteur de la Columbia University, président du Conseil d'administration de la General Chemical Co et de la Nichols Copper Co, à New York (*Membre à vie*), présenté par MM. Lindet et G. Bertrand.

M. le Président annonce que trois plis cachetés ont été déposés à la Société depuis la dernière séance.

Le 26 décembre 1913, M. Félix Claude, 200 *bis*, boulevard de Strasbourg, à Billancourt (Seine), a remis un pli cacheté relatif au mode de préparation d'un nouveau produit destiné à augmenter l'efficacité des préparations employées en agriculture et en viticulture dans la lutte contre les insectes et les maladies cryptogamiques;

Le 31 décembre 1913, le capitaine Paul Nicolardot, 95, rue de Vaugirard, Paris, a remis un pli cacheté relatif à l'emploi de la naphtaline dans les moteurs;

Le 10 janvier 1914, M. A Chaplet, 11, cité Trévise, Paris, a remis un pli cacheté relatif à un dispositif pour meubles de bureau.

M. le Président annonce le décès d'un des membres de la Société, **M. François Dupont**, qui fut le fondateur et un des présidents de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie, et qui prit, de 1894 à sa mort, la plus grande part à l'organisation des Congrès internationaux de Chimie appliquée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lecture est donnée d'un rapport de M. Bourdel, présenté au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur l'attribution de secours sur les revenus d'une fondation de ce Comité.

M. le Président donne lecture des lettres de remerciements des deux ouvriers à qui ces secours ont été accordés.

M. Ch. de Fréminville fait une communication sur *Le système Taylor*, en remplacement de M. Le Chatelier indisposé.

M. de Fréminville, qui a été mis en relations avec M. Taylor par M. Le Chatelier, a pu, au cours d'un récent voyage aux États-Unis, profiter de l'accueil qui lui a été fait par l'éminent ingénieur américain, pour étudier sur place les méthodes dont celui-ci est l'auteur et s'est trouvé, par suite, bien documenté sur cette question.

Suivant l'exemple de M. Taylor, M. de Fréminville commence par insister sur le véritable esprit des méthodes. Contrairement à ce qu'on a souvent dit, il ne s'agit pas d'un système de règlement des salaires poussant l'ouvrier, par l'appât du gain, à augmenter la production en se surmenant, joint à un machinisme réduisant l'homme à l'état d'automate. Il s'agit tout au contraire d'une collaboration intelligente entre l'employeur et l'ouvrier.

M. de Fréminville résume succinctement les travaux de M. Taylor et montre comment il a été amené à appliquer au travail de l'homme la méthode d'analyse qui lui avait si bien réussi pour l'étude du travail des machines-outils. Ces travaux constituent une remarquable application de la science industrielle caractérisée par la foi dans le déterminisme et les nombreuses mesures exactes, dont M. Le Chatelier a été le premier à signaler la grande importance scientifique et économique.

Le conférencier s'attache ensuite à montrer que ce n'est pas du côté de l'ouvrier que se trouvent les difficultés d'application, mais du côté des chefs d'industrie. Toute usine qui veut faire l'application de ces méthodes, doit en effet subir une réorganisation complète, comportant la création d'un véritable état-major, chargé de l'étude des grandes lignes de l'affaire, du choix des procédés de fabrication et de la préparation des instructions, très détaillées, qu'on doit remettre aux ouvriers, et d'un service d'exécution ne faisant que mettre en œuvre les instructions qu'il reçoit, en guidant constamment l'ouvrier. C'est là une réorganisation importante qui ne peut pas être entreprise légèrement.

Aux États-Unis, l'opinion est très favorable à ces méthodes. Les industriels, les ouvriers, les syndicats, le gouvernement même en ont obtenu des résultats économiques importants et en espèrent plus encore.

M. le Président. — Je ne saurais trop remercier M. de Fréminville d'avoir bien voulu répondre à notre appel et remplacer M. Henry Le Chatelier qu'une indisposition subite a éloigné de nous ce soir ; afin que les nombreux auditeurs, qui sont venus pour l'entendre, ne soient pas déçus, il a consenti à traiter le même sujet, peut-être avec des idées un peu différentes, tant sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variés les aspects sous lesquels on peut considérer l'application de la méthode formulée par Taylor; M. de Fréminville en fut, comme M. Le Chatelier, un des protagonistes de la première heure. Cette conception du travail industriel a été, de même que toutes les grandes idées qui se sont fait jour dans le monde, reçue avec des sourires, puis des sarcasmes et des critiques souvent cruelles, jusqu'au moment où on l'a comprise. L'industriel et l'ouvrier ne peuvent éviter de l'adopter parce que, basée sur la science, au même titre que le machinisme, elle contribuera au développement de l'industrie et au soulagement de l'humanité. La méthode Taylor est la loi du plus grand profit et en même temps la loi du moindre effort.

La séance est levée à 22 h. 20 m.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE

DU 30 JANVIER 1914

Présidence de M. L. Lindet, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30 m.

Sept membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. de la Taille (Jean), chef d'escadron d'artillerie à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

M. Gallice (Georges), ingénieur, à Bellevue (Seine-et-Oise), présenté par MM. Ferrand et Casalonga ;

M. Mazen (Natalis), Ingénieur en chef adjoint du Matériel et de la Traction, Ingénieur en chef du Service électrique des Chemins de fer de l'État, à Paris, présenté par M. Toulon ;

M. Bouquet (Félix), Ingénieur E.P.C. chef de fabrication aux Établissements Gaiffe, à Saint-Denis, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;

M. de Grailly (Jean), à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Terquem (Émile), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur conseil à Paris, présenté par MM. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

M. Villette-Gaté, tanneur, à Nogent-le-Rotrou, présenté par MM. Petitpont et Livache.

L'admission des membres suivants, présentés dans la dernière séance, est prononcée :

La Société des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille-Montagne, M. Pontzen (Émile), M. Lacarrière (Louis), M. Desjacques (Georges-François), M. Deport (Albert), M. Raguet (Gustave), M. Billon-Daguerre (Armand-Louis), M. Danzer (Caïus), M. Ruelle (Alphonse-Isidore), M. Nichols (William-Henry).

M. le Président prononce le discours d'usage et remercie les personnalités scientifiques et industrielles qui ont bien voulu répondre à l'invitation de la Société.

MM. Coanet et Brun, président et secrétaire général de la Société industrielle de l'Est ;

M. Poinsat, président de la Société technique de Fonderie ;

M. Manoury, président de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie ;

M. Granger, vice-président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France ;

M. Le Perdriel, secrétaire-trésorier du Comité central des Chambres syndicales ;

M. Philippe, vice-président de l'Association des anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers.

M. le Président prononce le discours d'usage et procède ensuite à la distribution des médailles, prix et récompenses décernés par la Société d'Encouragement pour l'année 1913, dont on trouvera l'exposé dans le présent Bulletin à la page 121.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Défauts du tissage. 1re partie : Les opérations préparatoires de la chaîne et de la trame, par M. ADOLPHE HULLEBROECK. Paris, Ch. Béranger, 1913.

M. Hullebroeck, directeur de tissage et professeur de tissage aux Écoles Professionnelles d'Audenarde et de Renaix, vient de publier la première partie d'un travail qu'il intitule : « Défauts du tissage », et où il étudie les opérations préparatoires du tissage d'une façon réellement pratique. Après avoir décrit succinctement chacune des manutentions suivantes : *bobinage, ourdissage, encollage, cannetage,* l'auteur signale les défauts pouvant se produire pendant le travail, soit par suite d'un mauvais réglage, soit par suite d'un montage fait dans des conditions défectueuses, et il indique ensuite les moyens d'y remédier et surtout de les éviter, ce qui est préférable. Cet ouvrage, qui comporte 143 pages, est illustré de nombreux dessins schématiques très bien faits qui rendent très claires toutes les explications de l'auteur ; ce livre élémentaire, par suite de la simplicité des sujets présentés, peut rendre de grands services aux ouvriers, aux contremaîtres et même aux jeunes gens qui se destinent à l'industrie du tissage et il faut reconnaître qu'il remplit réellement le but pratique que M. Hullebroeck s'était proposé. Si nous ajoutons que l'auteur a déjà produit un excellent ouvrage plus complet sur le même sujet, on ne pourra que le féliciter d'avoir su mettre ses connaissances à la portée des plus modestes praticiens, et nous souhaitons qu'il produise rapidement la deuxième partie de son ouvrage comme annoncé dans sa préface.

Je propose donc au Comité des Arts mécaniques de bien vouloir voter l'insertion de cette note au Bulletin de la Société et d'adresser des remerciements et des félicitations à l'auteur.

JAMES DANTZER.

Les plantes tropicales alimentaires et industrielles de la famille des légumineuses, par M. DE SORNAY. Paris, in-8 de XII-489 p., A. Challamel, 1913.

M. de Sornay, chimiste, assistant-directeur de la Station agronomique de l'île Maurice, vient de faire paraître un livre du plus haut intérêt sous le titre : « Les Plantes tropicales alimentaires et industrielles de la famille des Légumineuses. »

Sous ce titre, M. de Sornay ne se contente pas d'étudier simplement les diverses plantes qui peuvent à des titres multiples être des auxiliaires puissants de l'agriculture tropicale, soit en fournissant leurs produits à l'alimentation, soit par leur rôle améliorant du sol, soit enfin comme engrais vert ; mais il étudie aussi de nombreux problèmes adjacents qui donnent à son livre un caractère spécial de précision scientifique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ainsi que la question de la fixation de l'azote atmosphérique y est étudiée. Or, on sait que la physiologie végétale, dont les connaissances sont poussées déjà très loin, grâce aux recherches de savants éminents, admet par contre des différences considérables lorsqu'on se transporte sur le domaine colonial. Il faut donc accueillir avec la plus grande faveur tout ce qui peut contribuer à éclaircir des points sur lesquels des données précises manquent encore.

Et c'est à ce titre, aussi bien que sous le rapport de la documentation très méthodique dont s'est entouré M. de Sornay, que son livre peut être considéré comme une œuvre de véritable importance.

J. Dybowski.

La mesure des températures élevées (The Measurement of high Temperatures), par MM. G. K. Burgess et H. Le Chatelier, 3e édition. New York, John Wiley and Sons, 1912.

Depuis la publication, en 1900, de l'ouvrage sur la *Mesure des températures élevées* de MM. H. Le Chatelier et Boudouard, la théorie et la pratique de la pyrométrie ont grandement progressé, et les méthodes se sont perfectionnées, grâce à l'adaptation de nouveaux instruments tant aux besoins de la technique que de la science.

C'est ainsi que le Reichsanstalt a publié en 1900 une série de points de solidification des métaux, dont la détermination est due à Hollborn et Day, et qui constitue l'échelle des températures du Reichsanstalt.

C'est aussi depuis 1900 que l'application des lois de la radiation à la pyrométrie s'est étendue. Les travaux théoriques de Wien, Planck et autres, les vérifications expérimentales de Paschen, Lummer et Pringsheim, et tant d'autres, ont été suivis de l'apparition des pyromètres optiques et de ceux de radiation de Wanner, Féry, Morse, Hollborn, Kurlbaum, avec toutes leurs applications à la science et à la technique.

La pyrométrie thermo-électrique et la pyrométrie à résistances électriques se sont également développées dans leurs applications aux instruments de mesure électriques, millivoltmètres, potentiomètres, galvanomètres, ponts de Wheatstone, etc. Depuis 1900, des recherches expérimentales fort précises ont été exécutées au Geophysical Laboratory de Washington et dans plusieurs instituts nationaux.

En outre, l'enregistrement automatique des températures a suscité de nombreuses nouveautés. Une édition transformée et étendue de l'ouvrage de M. Le Chatelier était donc utile, et M. Burgess, le savant spécialiste du Bureau of Standards, l'a réalisée. M. Le Chatelier dit dans la préface : « M. Burgess s'est intéressé activement aux nouvelles recherches de pyrométrie, et on lui doit une part importante de leur récent développement. Son ouvrage est donc davantage son œuvre que la mienne, ce qui me permet de le louer comme il le mérite et de dire qu'il rendra grand service tant aux chercheurs qu'aux ingénieurs. »

Au cours de cette préface, M. H. Le Chatelier raconte brièvement l'histoire de la pyrométrie et celle du pyromètre qui porte son nom.

Cet ouvrage, disons-le, est un ouvrage de la plus haute valeur, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. Il est accompagné d'une bibliographie très riche, pp. 466-488, très bien présentée et ordonnée.

J. G.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manuel des directeurs et contremaîtres des petites usines à gaz, par M. COUDURIER, 3e édition. In-8 de 447 p., avec 139 fig. (Prix : 9 f.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

Lorsqu'il publia en 1884 la première édition de ce Manuel, M. Coudurier rendit un véritable service à tous les agents de l'industrie du gaz. M. H. Bouron, ingénieur des Arts et Manufactures, a ajouté, dans cette troisième édition, les progrès sanctionnés par l'expérience des dernières années et les théories nouvelles, entre autres la description des fours à cornues verticales et des fours à chambre, la théorie de la condensation goudronneuse, celle de l'épuration du sulfure de carbone, celle de la contamination du gaz dans les gazomètres.

L'intérêt qu'avaient si justement excité les éditions antérieures de cet excellent manuel se trouve encore augmenté dans cette nouvelle édition. L'ouvrage a eu et conserve un réel succès, et il le mérite.

Titres des chapitres : Bâtiments et appareils de fabrication. Fours. Construction des fours. Barillets. Marche de la fabrication. Condensation. Extracteur. Épuration. Mesurage du gaz. Emmagasinage du gaz. Émission. Outillage. Sous-produits. Canalisation. Pouvoir éclairant ; pouvoir calorifique ; enrichissement du gaz. Éclairage public et privé. Gaz de matières diverses.

J. G.

Manuel pratique de serrurerie (partie élémentaire), par M. G. HENRIET. In-16 de 260 p. avec 232 fig. (Prix : 4,50 f.). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

M. Henriet, professeur de la Chambre syndicale des entrepreneurs de serrurerie, a écrit ce manuel de serrurerie plus particulièrement pour l'apprenti serrurier et pour le jeune ouvrier.

Il expose la classification des fers, puis la nomenclature des profils de fer livrés par les forges, puis l'outillage de l'atelier, les travaux de main-d'œuvre générale, la formation des assemblages, l'exécution des travaux : serrures, baies, portes, grilles, abris, châssis, etc. ; la main-d'œuvre des travaux spéciaux, l'analyse de l'exécution d'un travail. La serrurerie et tous les travaux voisins y sont présentés dans leurs détails d'exécution.

Cet exposé forme un manuel pratique pour le traçage et l'exécution des différents travaux de serrurerie. Manuel d'initiation, d'un intérêt pratique très caractéristique, il mérite de rencontrer le succès.

J. G.

L'orfèvrerie française aux XVIIIe et XIXe siècles, par M. HENRI BOUILHET, ancien Président de l'Union centrale des Arts décoratifs. 3 vol. grand in-8 (20 × 29,5) avec 640 gravures. (Prix : 75 f.) Paris, H. Laurens.

L'apparition du troisième volume de l'*Orfèvrerie française de 1700 à 1900* termine un travail des plus complets qui n'existait pas jusqu'ici. C'est une véritable histoire de l'Art décoratif de cette époque, écrite par un homme que son sens artistique et sa valeur professionnelle qualifiaient tout particulièrement pour la concevoir et la mener à bonne fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Éminent industriel, savant collectionneur, M. Henri Bouilhet a été pendant sa longue vie mêlé à toutes les manifestations et créations intéressant les industries d'art. Dès les origines, il s'intéressa à l'Union centrale des Arts décoratifs dont il fut président à la fin de son utile et laborieuse carrière.

L'aperçu que nous donnons des matières contenues dans chaque volume montre l'importance de ce remarquable travail. L'illustration très complète fournira, à tous ceux que l'histoire de l'orfèvrerie peut intéresser, un répertoire de formes et d'idées absolument unique.

(Voir la présentation du premier volume dans le Bulletin de juin 1909, p. 186.)

Tome I. L'ORFÈVRERIE FRANÇAISE, XVIII^e SIÈCLE. — *Louis XIV, La Régence, Le Style Rocaille.* — *Louis XV* (apogée de l'Orfèvrerie, avec les Germain et Roettiers). — *Époque Pompadour* (évolution du style, mot d'ordre : « tout à la Grecque »). — *Louis XVI et la Révolution.*

Tome II. L'ORFÈVRERIE FRANÇAISE, XIX^e SIÈCLE, DE 1800 A 1860. — *Empire* (Renaissance de l'orfèvrerie, chefs-d'œuvre de Percier et Fontaine, Odiot et Biennais). — *Louis XVIII et Charles X* (faux gothique, fausse renaissance). — *Louis Philippe* (style bourgeois sans intérêt). — *Seconde République et second Empire* (imitations des styles anglais et Louis XVI). — *Le Néo-Grec et l'Art pompéien.*

Tome III. L'ORFÈVRERIE FRANÇAISE, XIX^e SIÈCLE, DE 1860 A 1900. — *Essor de l'orfèvrerie d'église, avec Viollet-le-Duc.* — *Influence de Napoléon III* (commandes à Froment-Meurice et à Christofle). — *Influence de l'Union Centrale des Beaux-Arts appliqués à l'industrie.* — *Succès des Expositions : Vienne*, 1873, 1878, 1889, 1900. — *Naissance d'un art nouveau.*

La motoculture. Ses applications pratiques, par M. TONY BALLU, Ingénieur-agronome. (*Bibliothèque agricole*). In-12 de VII-290 p. avec 79 fig. (Prix : 3,50 f.). Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob.

Extrait de la préface de M. Henry Sagnier. — C'est avec plaisir que j'ai accepté de présenter au grand public le livre de M. Tony Ballu. Agriculteur éclairé, il s'est livré à de nombreux essais sur le terrain des machines les plus variées, et il a montré, dans les conclusions qu'il tirait de cette expérimentation, un esprit critique très averti. Il était donc parfaitement placé pour exposer l'état actuel d'un des problèmes qui préoccupent le plus les agriculteurs aujourd'hui.

La culture mécanique ou motoculture ne date pas d'hier; seul, le mot « motoculture » est d'origine récente.

La rareté croissante de la main-d'œuvre nécessaire pour exécuter les travaux de la ferme entre pour une grande part, sinon pour la plus forte, dans la faveur avec laquelle sont examinés les nouveaux appareils. On ne saurait s'en étonner, car c'est seulement par des applications prolongées dans les conditions normales de la culture que l'on pourra trouver les précisions nécessaires. On a le droit d'espérer que les expériences contrôlées organisées par le Ministère de l'Agriculture à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, jetteront la lumière sur quelques-unes de ces questions délicates.

M. Tony Ballu a été inspiré exclusivement par le désir de faire connaître à la grande masse des cultivateurs les principes sur lesquels repose la construction des appareils nouveaux. Agriculteur prudent, il s'est mis en garde contre les enthousiasmes irréfléchis, et il a éliminé avec soin les partis pris dangereux. A tous ces titres, son livre constitue une œuvre utile, qui mérite d'être accueillie avec faveur.

Extraits de la table des matières. — Ch. I : Considérations économiques générales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ch. II : Caractéristiques agricoles des différents moteurs animés ou inanimés.

Ch. III : Différents modes d'utilisation de l'énergie motrice :

a) Genre tracteur; *b*) Genre treuil; *c*) Systèmes dérivés des précédents; *d*) Machines à outils commandés.

Ch. IV : Étude agrologique des sols.

Ch. V : Applications pratiques de la motoculture.

En Annexes : Comptes rendus des concours du Plessy, de Roubaix(1911), de Creil (1912), de Bourges (1912), de Sétif et de Maison-Carrée (1912).

Modèles de contrats d'Association pour l'exploitation d'appareils de motoculture Statuts d'une Société anonyme de labourage à vapeur.

La crise de la main-d'œuvre agricole en France, par M. A. Souchon. In-8 de 353 p. (Prix : 12 f.) Paris, Arthur Rousseau, 1914.

La crise de la main-d'œuvre a cruellement éprouvé l'agriculture française dans les 20 dernières années du XIX^e^ siècle. Elle a été décrite dans de nombreux travaux, notamment : *La crise agricole*, par D. Zolla; *La crise agricole en France et à l'étranger*, par Imbart de la Tour ; *L'intensité de la crise agricole*, par Bourguin (*Revue politique et parlementaire* de 1898).

Cette crise de la main-d'œuvre est constituée par deux ordres de faits. D'abord les campagnes se dépeuplent de plus en plus. D'autre part, les rapports entre employeurs et salariés tendent à s'altérer.

Grouper les chiffres et les renseignements, tirer les conséquences de cette dépopulation des campagnes. — Puis, essayer une histoire du socialisme agraire, à travers les forêts de la Nièvre et du Cher, les pins résiniers des Landes, les feuillards du Limousin, les vignes du Languedoc et de la Marne, les fermes du Bourbonnais, les jardins de la région parisienne. — Après l'examen des faits, en chercher les causes dans l'étude des conditions du travail et de la vie pour les ouvriers agricoles. Tel est le plan que s'est donné l'auteur, M. A. Souchon, professeur à la Faculté de droit de Paris et maître de conférences à l'Institut national agronomique.

Le plan se développe dans une série de chapitres consacrés :

1° *à la dépopulation rurale.* — Statistiques générales. Résultats régionaux. Moyens d'y remédier. Les conséquences. Les causes.

2° *aux grèves agricoles.* — Les bûcherons. La viticulture. Les métayers du Bourbonnais. Les ouvriers du rayon de Paris.

3° *à la vie des ouvriers agricoles.* — Salaires. Chômage. Logement et accession à la propriété.

4° *à la protection légale.* — Accidents. Retraite.

Quelle est la conclusion de cet ouvrage, si riche en documents?

« Une première certitude apparaît : l'impuissance du collectivisme. Avant que le collectivisme puisse remédier aux maux de notre agriculture, il faut qu'il ait su compléter sa doctrine.

La solution de la question ouvrière dans l'agriculture française ne peut pas venir davantage des interventionnistes. Le socialisme d'État a sa forme agraire dans la subvention plutôt que dans la réglementation, et en faveur des petits exploitants plus que des salariés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La question sociale est une question morale. Dans l'immense majorité des cas, la solution du problème ouvrier est, pour sa plus grosse part, entre les mains du propriétaire ou du fermier.

Mais vis-à-vis des besoins spéciaux de notre temps, il faut en plus l'association. Il faut faire des Syndicats agricoles les agents de la paix sociale et même de la rénovation morale à travers nos campagnes, par les syndicats mixtes, en leur liant la question des logements. J. G.

Annuaire de l'électricité, édité par La Lumière électrique. Paris, 142, rue de Rennes. (Prix : 4 f.)

Cet annuaire réunit sous un volume aussi restreint que possible tous les renseignements indispensables à quiconque se préoccupe du développement de l'industrie électrique en France.

Une première partie est consacrée à la distribution de l'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice.

Elle comprend la nomenclature par département de toutes les communes possédant une distribution d'énergie ; elle contient l'indication, pour chaque commune, du concessionnaire, de l'usine fournisseur de courant, de sa puissance, de la nature du courant distribué, ainsi que du prix du kwh pour l'éclairage et la force motrice.

Une liste, par départements, des tramways et chemins de fer électriques, donnant la longueur des réseaux exploités et les indications relatives aux concessionnaires, constitue le deuxième chapitre.

Le troisième chapitre est un répertoire de toutes les sociétés d'électricité, classées d'après leur objet en quatre principaux groupes (Construction, Distribution, Exploitation, Traction), et rappelant pour chacune d'elles la date de sa constitution, son capital, son siège social, les noms des membres de son Conseil d'administration et de ses directeurs.

Un chapitre consacré aux Groupements donne l'énumération des différents Comités, Syndicats, Associations, et des membres des bureaux de ces groupes.

Chaque année seront consignés, dans le chapitre Législation, les textes des lois, décrets et arrêtés promulgués au cours de l'année écoulée.

Le sixième chapitre est réservé à l'Enseignement : il énumère les divers programmes et donne une liste complète des professeurs des Instituts et Écoles d'électricité.

Les revues spéciales traitant de l'Électricité sont signalées dans le chapitre de la Presse. Pour chaque organe, sont mentionnés : la Direction, la Rédaction, sa périodicité et son prix d'abonnement.

Le dernier chapitre forme un Répertoire des constructeurs électriciens : il est établi par spécialité et donne pour chaque industrie le nom et l'adresse du fabricant.

Agenda aide-mémoire agricole pour 1914, par M. G. Wery, sous-directeur de l'Institut national agronomique. In-18 de 432 p. Paris, J.-B. Baillière et fils.

On trouvera dans l'*Aide-mémoire* de M. Wery, directeur de l'*Encyclopédie agricole*, des tableaux pour la composition des produits agricoles et des engrais, pour les semailles et rendements des plantes cultivées, la création des prairies, la détermination de l'âge des animaux, de très importantes tables dressées par M. Mallèvre pour le rationnement des animaux domestiques, l'hygiène et le traitement des maladies du bétail, la laiterie et la basse-cour; la législation rurale, les constructions agricoles, enfin une étude très pratique des tarifs de transports applicables aux produits agricoles et les nouveaux tarifs de douane. A la suite, viennent des *Tableaux de comptabilité* pour les assolements, les engrais, les ensemencements, les récoltes, l'état du bétail, le contrôle des produits, les achats, les ventes et les salaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est une heureuse innovation qui n'existait pas jusqu'alors dans les agendas de poche. Œuvre fort bien conçue, et les services qu'elle rendra à ceux qui la consulteront lui assureront certainement une place unique.

Annuaire du Bureau des longitudes pour l'année 1914. In-16 de 700 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars. (Prix : 1,50 f.)

L'Annuaire du Bureau des longitudes pour l'année 1914 vient de paraître. Ce recueil a été, cette année, entièrement remis à jour, en ce qui concerne les tableaux relatifs à la Physique et à la Chimie.

Cet ouvrage ne se trouvera pas seulement sur la table du technicien, du physicien, du mathématicien ; chacun voudra le consulter pour avoir sous les yeux la liste des constantes usuelles, et aussi pour lire les intéressantes notices de cette année ; celle de M. BIGOURDAN : Le jour et ses divisions ; Les fuseaux horaires et la Conférence internationale de l'heure, et celle de M. P. HATT : De la déformation des images par les lunettes.

Aéro-manuel 1914. Répertoire sportif, technique et commercial de l'Aéronautique, par MM. CH. FAROUX, rédacteur en chef de *La Vie Automobile* et G. BONNET, rédacteur à la rubrique aéronautique de *L'Auto*. 3e édition. In-8 (16 × 25) de 870 p. avec fig. (Prix : 12 f.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

L'*Aéro-Manuel* n'est ni un annuaire purement commercial, ni un recueil de vulgarisation. Ses auteurs se sont efforcés de présenter, dans un cadre clair et pratique, un ensemble coordonné de documents et de renseignements relatifs au sport, à la construction et à l'industrie aéronautiques, et qu'il est utile d'avoir sous la main, si l'on s'intéresse, à quelque titre que ce soit, à la locomotion nouvelle. De là, le titre d'*Aéro-Manuel*. De là, les trois grandes divisions de ce manuel : SPORT, TECHNIQUE, INDUSTRIE, se complétant l'une l'autre.

Dans la *première partie* se trouve condensée toute la documentation devant faciliter les recherches dans l'histoire de l'aéronautique et de l'aviation, donnant à chaque document la place et le texte lui convenant.

La *deuxième partie*, simple *Vade-Mecum*, qui ne prétend pas être un traité complet d'aéronautique, est limitée aux définitions et aux explications essentielles, aux descriptions caractéristiques, en les faisant suivre de courtes notes techniques et d'une série de tables pratiques.

Dans la *troisième partie*, il est fait une petite incursion dans le domaine de la mécanique automobile.

L'*Annuaire industriel, commercial et sportif*, qui forme la quatrième partie de l'*Aéro-Manuel*, est un répertoire complet et exact de l'industrie aéronautique.

L'*Aéro-Manuel* s'adresse aussi bien aux constructeurs et aux commerçants de l'aéronautique qu'au grand public. Il paraît chaque année en octobre.

TABLE RÉCAPITULATIVE : 1re partie. *Mémento historique et sportif. Aéronautique militaire.* — Chronologie aéronautique. L'Année aéronautique. Les Voyages aériens. L'Histoire des records. Les Victimes de l'Aviation à moteur. Les grandes Épreuves sportives. L'Aéronautique militaire. Aéro-parcs, Aérodromes, Terrains d'atterrissage ; p. 3 à 291.

2e partie : *Vade-Mecum aéronautique.* — Vocabulaire technique. Notes techniques et tables. La construction aéronautique mondiale ; p. 295 à 530.

3e partie : *Vade-Mecum automobile.*—Recueil des notes et formules techniques ; p. 533 à 566.

4e partie : *Annuaire industriel, commercial et sportif.* — Liste générale alphabétique. Répertoire par professions ; p. 569 à 781.

5e partie : *Annuaire des Sociétés aéronautiques.* — Liste des membres des Chambres syndicales, Clubs, Ligues, Commissions officielles et Associations diverses s'occupant d'aéronautique. Liste des pilotes brevetés ; p. 785 à 870.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JANVIER 1914

BURGESS (G. K.) and LE CHATELIER (H.). — **The Measurement of high Temperatures.** 3e éd. In-8 (23 × 15) de XVIII-510 p., 178 fig., I pl. New York, John Wiley and Sons, 1912. **15201**

OLLIVIER (H.). — **Cours de physique générale.** (Leçons professées à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille.) Tome Ier : **Unités. Gravitation. Électricité et magnétisme. Ions et électrons. Symétries.** In-8 (25 × 16) de 716 p., 370 fig., II pl. Paris, A. Hermann et Fils, 1913. **15202**

SOUCHON (A.). — **La crise de la main-d'œuvre agricole en France.** In-8 (25 × 16) de 553 p. Paris, Arthur Rousseau, 1914. **15203**

Exposition universelle internationale de 1900, à Paris. — **Musée rétrospectif de la classe 94 : L'orfèvrerie française.** M. HENRI BOUILHET, rapporteur. Livre III : Le XIXe siècle, 2e période, 1860-1900. In-4 (30 × 20) de 389 p., fig. **15204**

WEYL (TH.). — **Les méthodes de la chimie organique.** Traité concernant les travaux de laboratoire. Traduit par R. CORNUBERT. In-4 (28 × 19). Tome Ier : 1re partie. Généralités, de XXXI-447 p., 281 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15205**

MARTIN (GERMAIN). — **Le tissage du ruban à domicile dans les campagnes du Velay.** In-12 (19 × 12) de III-282 p. Paris, Librairie de la Société du Recueil Sirey, 1913. **15206**

CORDIER (F.). — **Les machines à vapeur** (Encyclopédie scientifique), de 398 p., 123 fig. Paris, O. Doin et Fils, 1914. **15207**

EFFRONT (JEAN). — **Les catalyseurs biochimiques dans la vie et dans l'industrie.** In-8 (26 × 17) de XI-772 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15208**

SACONNEY (J.-TH.). — **Métrophotographie** (Encyclopédie scientifique), de 287 p., 130 fig., I pl. Paris, O. Doin et Fils, 1913. **15209**

EIFFEL (G.) et GOUTEREAU (CH.). — **Atlas météorologique pour l'année 1912, d'après vingt-cinq stations françaises.** In-4 (33 × 26) de 54 p., XXXVIII pl. Paris, J. Mourlot, imprimeur, 1913. **15210**

NEU (HENRI). — **La chaleur et l'humidification dans le travail des textiles.** In-8 (25 × 16) de 248 p., 26 fig., XXII tableaux. Lille, Tallandier, 1913. **15211**

SORNAY (P. DE). — **Les plantes tropicales alimentaires et industrielles de la famille des légumineuses.** In-8 (25 × 16) de XII-489 p., 75 fig. Paris, A. Challamel, 1913. **15212**

GAISBERG (VON). — **Guide élémentaire du monteur électricien.** Traduit sur la 45e éd. allemande, par E. BOISTEL. In-8 (21 × 13) de VI-356 p., 206 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15213**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exposition universelle et internationale de Bruxelles 1910. Section française. Classe 64bis : **Forces hydrauliques. Électro-métallurgie, électro-chimie et industries qui s'y rattachent.** Rapport de M. ROBERT PINOT. In-8 (27 × 18) de 244 p. Paris, Comité français des Expositions à l'étranger, 1911. **15214**

LORDIER (CH.). — **Économie politique et statistique** (Bibliothèque du Conducteur des Travaux publics), de XI-604 p., 25 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15215**

FITZINGER (A.). — **Zeitschriftenschau der gesamten Eisenbetonliteratur 1913** (Gesammelt in der Zeitschrift *Beton und Eisen*, und nach der Kapiteln des *Handbuches für Eisenbetonbau* geordnet). In-8 (24 × 16) de VIII-86 p. Berlin, Wilhelm Ernst und Sohn, 1914. **15216**

PERRET-MAISONNEUVE (A.). — **La télégraphie sans fil et la loi.** Télégraphie officielle et privée. In-8 (22 × 14) de XIII-487 p., fig. Paris, H. Desforges, 1914. **15217**

LEDEBUR (A.). — **Les laboratoires sidérurgiques.** Manuel pratique à l'usage des chimistes métallurgistes. 9e éd. revue par W. HEIKE et traduite de l'allemand par MICHEL DIAMANT et MAURICE COSTE. In-8 (21 × 13) de V-224 p., 26 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15218**

GUILLAUME (CH.-ED.). — **Les récents progrès du système métrique.** Rapport présenté à la Cinquième Conférence générale des poids et mesures réunie à Paris en octobre 1913. In-4 (32 × 25) de 118 p., 7 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **15219**

FRANÇOIS (L.) et VALLIER (R.). — **Les industries agricoles et alimentaires.** In-8 (21 × 13) de VIII-256 p., 128 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15220**

***

VINCEY. — **Épuration terrienne des eaux d'égout.** (*Société de médecine publique et de génie sanitaire. Cinquième réunion sanitaire provinciale, 1913*). In-8 de 12 p., 7 fig. **Pièce 12086**

FREMONT (CH.). — **Origine et évolution des outils préhistoriques.** In-4 (27 × 22) de 41 p., 63 fig. Paris, 1913. **Pièce 12078**

HUBERT (H.). — **Le VIe Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux. Compte rendu des travaux (relatifs aux métaux) du Congrès de New-York.** (*Revue universelle des mines*, 5e série, Tomes I, II et IV, 1913, 92 p.) **Pièce 12079**

HUBERT (H.). — **Les méthodes actuelles d'essai et l'Association internationale pour l'Essai des Matériaux.** (*Revue universelle des mines*, 5e série, Tome IV, 1913, 26 p.) **Pièce 12080**

CARLES (P.). — **Les conserves de tomates.** In-8 de 22 p. Bordeaux, Feret et Fils ; Paris, L. Mulo et Cie, 1914. **Pièce 12081**

Institut Pasteur. XXVe anniversaire de sa fondation, le 15 novembre 1913. In-8 de 36 p. **Pièce 12082**

ASSOCIATION FRANÇAISE ET ASSOCIATION INTERNATIONALE POUR LA LUTTE CONTRE LE CHÔMAGE. — **But, Activité, Constitution.** In-8 de 24 p. Paris, 34, rue de Babylone. **Pièce 12083**

Force motrice électrique (La). — In-12 oblong, de 20 p., fig. Paris, La Lumière électrique, 142, rue de Rennes. **Pièce 12084**

« Procédé Dorel » et « Procédé Zincochrome » pour la reproduction et l'impression de tous dessins d'après calques. In-8 de 16 p., IX pl. **Pièce 12085**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

Mémorial des poudres et salpêtres. — Tome XVII, fasc. 1 et 2. **Pér. 223**

Bureau international des poids et mesures. — **Travaux et Mémoires.** Tome XV. Paris, Gauthier-Villars, 1913. **Pér. 208**

Comité international des poids et mesures. — **Procès-verbaux des séances.** 2e série, Tome VII. Session de 1913. **Pér. 208**

K. Svenska Vetenskapsakademien i Stockholm. — **Arkiv for Matematik, Astronomi och Fysik.** Bd. 8, H. 3-4. — Bd 9, H. 1-2. **Pér. 8**

K. Svenska Vetenskapsakademien i Stockholm. — **Arkiv for Kemi, Mineralogi och Geologi.** Bd 4, H. 6. — Bd 5, H. 1-2. **Pér. 8**

Société technique de l'industrie du gaz en France. — **40e Congrès, Toulouse 1913.** **Pér. 298**

Agenda des colons de l'Afrique du Nord, par C. Silvestre, 1914. **Annuaires.**

Smithsonian Institution. — **Annual Report, 1912.** **Pér. 27**

Iron and Steel Institute. — **Journal.** Vol. LXXXVIII. N° II, 1913. **Pér. 157**

Bureau des longitudes. — **Annuaire pour l'an 1914,** avec des Notices scientifiques. Paris, Gauthier-Villars. **Pér. 124**

Conseil supérieur du travail, Bruxelles — **11e Session, 1911-1912. Rapports.** **Pér. 324**

Annuaire de l'électricité, 1914, édité par la Lumière Électrique. **Annuaires.**

Nouvelles archives des missions scientifiques et littéraires. Nouvelle série, fasc. 7, 8 et 10. **Pér. 38**

L'Agent général, gérant,
E. Lemaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

113e ANNÉE. — 1er SEMESTRE. MARS 1914.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. James Dantzer, au nom du Comité des Arts mécaniques sur « *le Puissant* », *aspire-fil pneumatique pour navettes de tissage*, *système* Jules Caquelin.

Messieurs,

Le procédé généralement employé pour faire passer le fil de trame dans l'œillet d'une navette de métier à tisser consiste dans l'aspiration de ce fil avec la bouche. C'est pour l'ouvrier une cause de fatigue et d'épuisement, surtout que l'opération en question se répète un très grand nombre de fois dans une journée. D'autre part, pour enfiler le fil, il est nécessaire d'aspirer fortement, or cette aspiration entraîne, en même temps que le fil, toutes les poussières, les fins duvets et autres impuretés contenus dans la navette ou autour de l'œillet. En pénétrant dans les voies digestives et respiratoires, ces poussières et duvets provoquent l'irritation des organes et exercent une influence nuisible sur la santé : elle est surtout à craindre dans les tissages où l'on travaille des trames mouillées à l'eau de savon ou des trames de couleur.

Si enfin on ajoute que les navettes passent souvent en différentes mains avant leur usure et qu'un ouvrier sain peut, par suite, être appelé à se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

servir de navettes employées antérieurement par un tuberculeux, par exemple, qui y aura laissé le germe de sa terrible maladie, on comprendra toute l'étendue du danger et l'avantage qu'il y aurait à employer des dispositifs plus en rapport avec les progrès de l'hygiène moderne.

Qu'a-t-on fait jusqu'à ce jour pour remédier à cette situation qui présente le plus grand intérêt au point de vue social?

Tout d'abord, des praticiens expérimentés s'inspirant du dispositif que l'on rencontre dans les métiers à tisser automatiques du genre Northrop où l'on sait que la trame s'enfile automatiquement dans l'œillet de la navette pendant la marche en pleine vitesse du métier à tisser, ont eu l'idée de créer des navettes permettant d'enfiler le fil de trame dans l'œillet de la navette convenablement fendu et sans que l'ouvrier ait à se servir de la bouche, de nombreux systèmes de ce genre ont donc été imaginés.

Malheureusement, si le résultat ainsi obtenu permet de résoudre la question au point de vue de l'hygiène, il ne la résout pas, pour le moment du moins, au point de vue pratique, car les navettes ainsi agencées coûtent plus cher que les navettes ordinaires et n'ont pas une longue durée.

D'autres chercheurs ont envisagé la question d'une tout autre façon; le but qu'ils ont poursuivi a été de créer un appareil simple, peu encombrant, peu coûteux, s'appliquant aux navettes ordinaires et pouvant être mis entre les mains de chaque tisseur afin de lui permettre de passer automatiquement le fil de trame au travers de l'œillet de la navette, par conséquent sans avoir à se servir de la bouche.

Les nombreux dispositifs qui ont été ainsi proposés, et qui sont tous plus ou moins ingénieux, donnent d'excellents résultats et sont très appréciés des ouvriers; aussi ils tendent de plus en plus à s'employer à l'exclusion des systèmes de navettes à enfilage automatique dont nous avons parlé.

L'appareil dit « Aspire-fil pneumatique » que nous allons décrire et qui est dû à M. Jules Caquelin, ingénieur, ancien directeur de tissage, demeurant à Saint-Dié (Vosges), rentre dans cette catégorie.

Il se compose (voir fig. 1 à 6) d'un cylindre métallique en fonte A, dans lequel se meut un piston C sollicité par un ressort en spirale R. Ce piston de forme spéciale, monté sur une tige T, se prolonge sur sa face avant par une languette D, d'une longueur suffisante pour recevoir un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doigt *E* qui coulisse dans une rainure *F* munie d'une encoche pratiquée dans le cylindre *A* et suivant une génératrice.

A l'arrière du dit cylindre, près du fond, et suivant une direction perpendiculaire à celle du doigt *E* se trouve fixé, au moyen de vis, un conduit d'aspiration *K*, faisant communiquer le cylindre avec l'extérieur. Sur le fond du tube aspirateur est montée une toile métallique *M*, qui a pour but

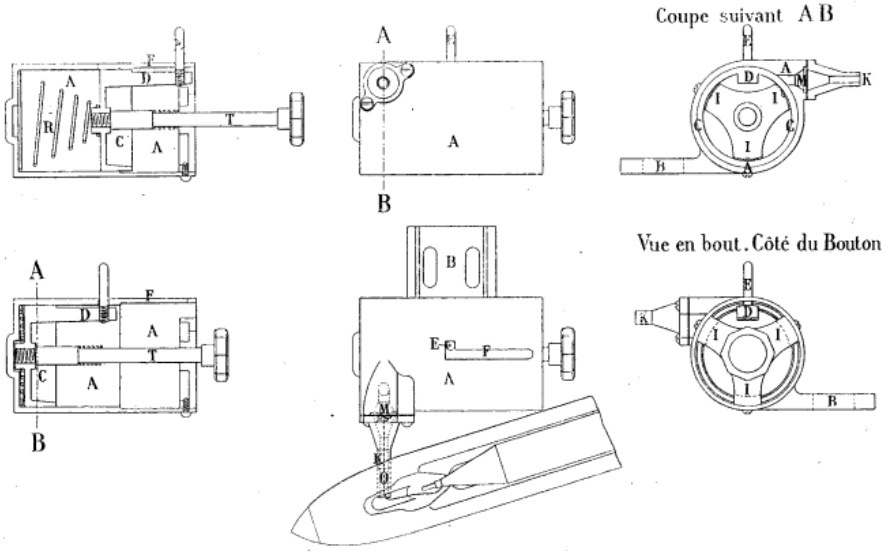


Fig. 1 à 6. — Aspire-fil pneumatique, système Jules Caquelin.

d'empêcher le fil de trame de pénétrer d'une façon intempestive dans le cylindre.

L'appareil complet peut être fixé au métier à tisser au moyen d'une patte *B* et de vis ou boulons en tout endroit convenable, pour que l'ouvrier l'ait facilement à sa disposition.

Le fonctionnement de l'appareil est très simple : la bobine de trame étant embrochée dans la navette et le bout du fil de trame étant tiré d'une longueur suffisante, on arme l'appareil aspirateur en poussant sur le piston *T* jusqu'à ce que le doigt *E* soit au fond de sa coulisse *F*, ainsi qu'on le voit sur la figure 2; on tourne très légèrement la tige *T* sur elle-même de façon à encocher le doigt *E* et à retenir ainsi le piston dans le fond du cylindre. On présente enfin le trou de l'œillet de la navette au bout du conduit aspirateur *K*, comme l'indique la figure 4, puis on libère le doigt E

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de son encoche; le piston C, rendu libre et sollicité par le ressort R, se déplace alors brusquement en produisant l'aspiration du fil de trame et son enfilage dans l'œillet de la navette.

Pour empêcher que l'appareil ne puisse fonctionner d'une façon intempestive quand il est armé, il est préférable de le retenir comme l'a indiqué M. Jules Caquelin au moyen d'un cliquet à encoche sur lequel agit un petit ressort; il suffit alors d'agir sur ce cliquet pour libérer le doigt et par suite le piston.

L'aspire-fil pneumatique de M. Jules Caquelin présente de nombreux avantages qui en font un appareil des plus pratiques et des plus recommandables :

1° Il est très simple de construction et ne comporte aucun organe pouvant se détériorer promptement ou même se dérégler;

2° Il est très facile à installer sur le métier à tisser;

3° Il est peu encombrant;

4° Il ne demande aucune attention spéciale de la part de l'ouvrier qui l'emploie;

5° Son fonctionnement est absolument sûr;

6° Il peut servir à l'enfilage automatique du fil de trame dans des navettes de tous genres sans que l'on ait un réglage quelconque à faire pour passer d'une navette à une autre.

Notre impression est que cet appareil présente tout un ensemble de qualités et que l'emploi peut en être recommandé avec confiance.

Votre Comité des Arts mécaniques a en conséquence l'honneur de vous proposer de remercier M. Jules Caquelin de son intéressante communication, et vous demande de proposer, en même temps, de voter l'inscription du présent rapport avec ses figures dans le Bulletin de la Société.

Signé : James Dantzer, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance publique, le 13 février 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. Sauvage, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *Monte-courroie pour cônes à gradins*, *système* Béraud et Hallot.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt, au point de vue de la sécurité et de la commodité des manœuvres, d'un appareil permettant de déplacer facilement les courroies sur les cônes à gradins, dont l'emploi est si fréquent sur les machines-outils à vitesse variable. M. Paul Hallot présente à la Société d'Encouragement un appareil de ce genre, objet de brevets aux noms de Béraud et Hallot, dont le fonctionnement est très satisfaisant.

Lorsqu'on veut faire varier la vitesse d'une machine conduite par l'intermédiaire de cônes à gradins, il faut, sur l'un des cônes, faire tomber la courroie d'un gradin sur le gradin contigu de plus petit diamètre, puis, sur l'autre cône, faire monter la courroie d'un gradin sur un gradin de plus grand diamètre. La première opération est facile, la seconde plus délicate.

L'appareil Béraud et Hallot les accomplit successivement. On sait que, pour déplacer une courroie, il faut agir sur le brin qui va s'enrouler sur une poulie, et aussi près que possible de la poulie; on rend la manœuvre encore plus sûre en agissant sur la courroie en regard même de la poulie sur laquelle elle doit se placer. C'est ainsi qu'est disposé l'appareil que nous étudions : la courroie est poussée par une flasque découpée en arc de cercle. La fourchette ordinaire d'embrayage est remplacée par un groupe de deux flasques : celle qui fait tomber la courroie est moins étendue que l'autre, et son rayon est celui de la plus grande poulie, tandis que l'autre flasque, ne dépassant pas le bord de cette poulie, n'a que le rayon de la poulie contiguë.

Les deux pièces ainsi constituées, placées près du cône et du contre-cône, agissent successivement; l'une d'elles fait d'abord tomber la courroie sur le gradin de moindre diamètre, puis l'autre la fait monter sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gradin de plus grand diamètre. On pourrait craindre que, dans cette dernière manœuvre, le bord de la courroie ne vînt buter contre la face plane du gradin sur lequel elle doit monter : en fait, cela ne se produit pas, au

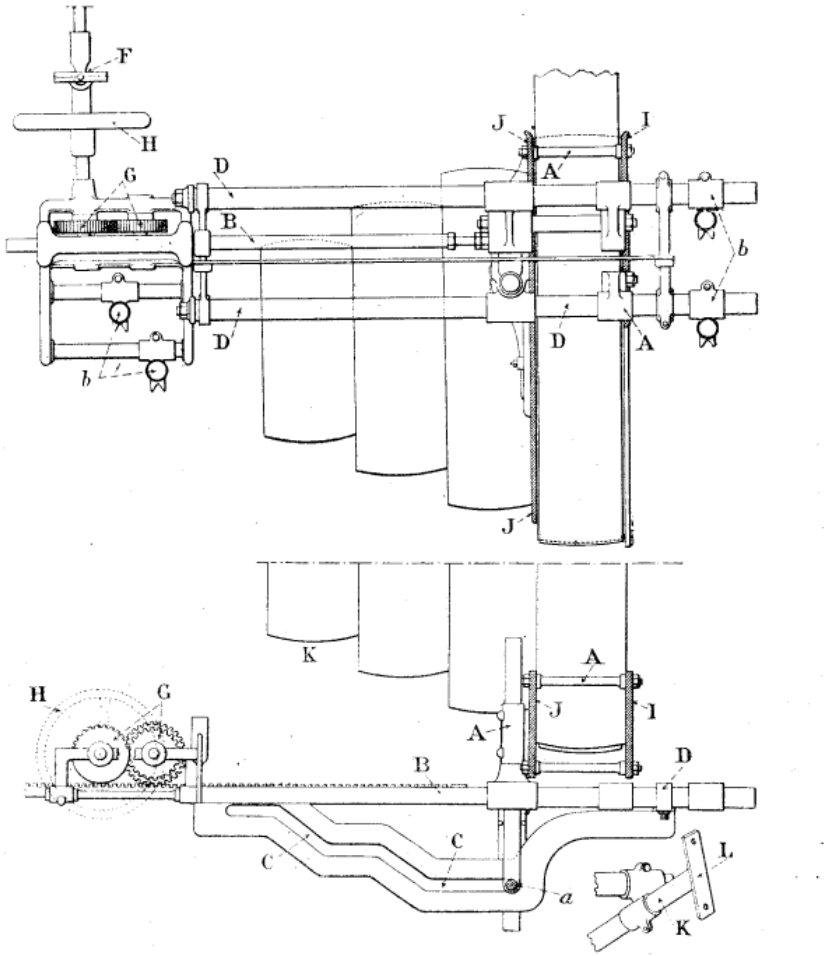


Fig. 1 et 2. — Monte-courroie Béraud et Hallot, nos 3 et 4.

A, chariot des flasques; — B, organe d'entraînement axial du chariot; — C, rainure guidant le déplacement radial du chariot; — D, tubes (ou plaques) de guidage du chariot; — E, tube à cardans F commandant l'appareil de transmission; — F, cardans; — G, dispositifs de commande alternative; — H, volant commandant le jeu des deux appareils; — I J, flasques-guides de courroie; — K, tubes de fixation sur bâti (ou transmission); — L, ferrures de fixation (pattes, équerres, etc.); — *a*, galet de guidage du chariot des flasques; — *b*, noix de réglage des tubes de fixation.

moins tant que le cône est en marche. Lorsqu'il est arrêté, la courroie bute en effet assez fréquemment; mais la manœuvre se fait généralement quand le cône est en marche, et, s'il est arrêté, il est très facile de le remettre en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marche, en faisant au besoin la manœuvre inverse, et ramenant la courroie sur un gradin de plus petit diamètre du cône immobile, ce qui ne présente jamais de difficulté.

L'appareil est réalisé sous deux formes différentes : les nos 1 et 2, qui ne diffèrent que par les dimensions, servent pour les courroies de 25 à 50 mm et de 40 à 100 mm de largeur; les nos 3 et 4, semblables respectivement, pour les courroies de 90 à 160 et de 150 à 250 mm.

Dans les nos 3 et 4, représentés par les figures 1 et 2, les flasques d'embrayage I, J sont déplacées parallèlement à l'axe du cône par une crémail-

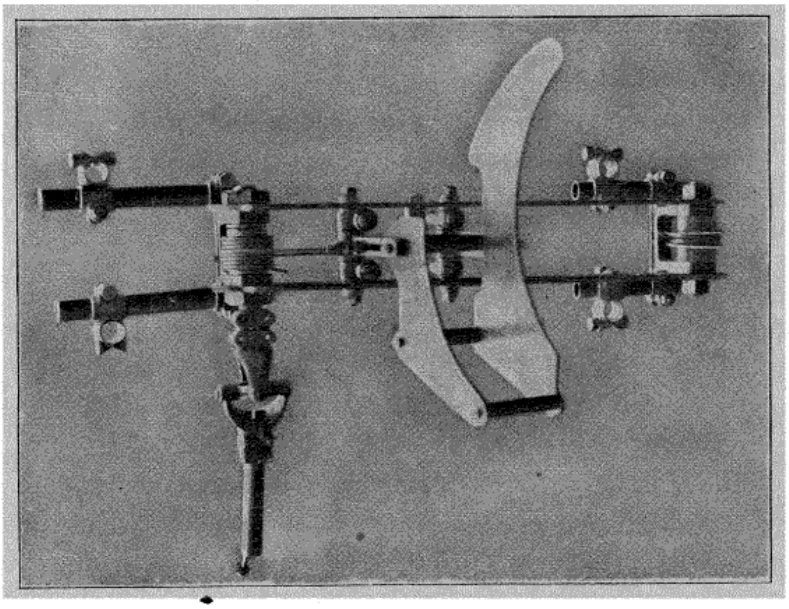


Fig. 3. — Monte-courroie Béraud et Hallot, types nos 1 et 2.

lère; en outre, elles peuvent prendre un déplacement perpendiculaire à cet axe, sous l'action d'un butoir d'entraînement *a* engagé dans le guide C. Ce guide présente successivement des parties parallèles à l'axe du cône et des parties obliques, qui rachètent les différences de diamètre des gradins.

Pour un cône à 4 gradins, tel que celui que représente la figure, le guide a trois parties parallèles raccordées par deux obliques : deux des parties parallèles du guide correspondent à la moitié de la largeur d'un gradin et font passer la courroie d'un gradin sur le gradin de diamètre supérieur; le mouvement s'achève dans le guide oblique, qui met la fourchette en position pour une manœuvre ultérieure. Pour le gradin du plus grand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamètre, le guide ne présente pas de partie oblique, puisqu'il n'y a plus à éloigner la fourchette de l'axe.

La marche en sens inverse de la fourchette amène successivement la courroie de la plus grande à la plus petite poulie.

La manœuvre successive des crémaillères des deux fourchettes, l'une pour le cône, l'autre pour le contre-cône, est effectuée par un arbre auquel on communique un mouvement de rotation à l'aide d'un volant : cet arbre présente à chacune de ses extrémités une roue dentée suivant la moitié de sa circonférence, engrenant avec une roue ordinaire qui fait tourner le pignon de commande de la crémaillère : les parties actives des deux roues de l'arbre de commande sont orientées de manière à n'agir que l'une après l'autre.

L'appareil se fixe sur le bâti d'une machine-outil à l'aide de bras pouvant coulisser dans des douilles et s'orienter dans toutes les directions afin que le montage soit toujours possible.

Les types n^{os} 1 et 2 diffèrent des précédents par le mode d'entraînement de la fourchette à flasques, qui est commandée par un câble remplaçant la crémaillère. L'agencement des autres parties de l'appareil reste le même.

Un monte-courroies Béraud et Hallot est installé dans le Musée de Prévention des Accidents du Travail, au Conservatoire des Arts et Métiers; le fonctionnement en est irréprochable. En 1909, le Conseil d'administration du Conservatoire a jugé cette invention digne du prix Léon Droux, de 500 francs, attribué chaque année au meilleur organe ou système de protection exposé dans ce Musée.

De nombreuses applications du système ont été faites dans divers ateliers, notamment chez MM. Schneider et C^{ie}, aux Aciéries et Forges de Firminy, chez MM. Amieux Frères, MM. Dognier et C^{ie}, à Villeurbanne, etc. Un grand nombre d'attestations favorables émanent des industriels qui se servent de ce système.

Votre Comité des Arts mécaniques vous propose de remercier M. Hallot de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport, avec ses figures, dans le Bulletin de la Société.

Le rapporteur : E. Sauvage.

Lu et approuvé en séance publique, le 27 février 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par M. Bardy, au nom du Comité des Arts économiques, sur le mémoire de M. Eugène Collin, intitulé *Examen microscopique des fourrures commerciales.*

L'industrie des fourrures a pris en ces dernières années une importance considérable, tant en France qu'à l'étranger, et, devant la demande croissante du public, les fourreurs ont dû élargir le cadre de leurs approvisionnements et utiliser le poil d'animaux plus communs et surtout plus répandus.

Parmi ces animaux, tard venus dans l'industrie des fourrures, les léporidés tiennent la place la plus importante et l'on est parvenu à donner à la peau du vulgaire lapin l'apparence des pelleteries les plus appréciées.

Cette imitation des fourrures est à ce point remarquable que des personnes, même expérimentées dans cette partie, peuvent s'y méprendre. Il ne faudrait pas cependant se hâter de conclure que toutes les fourrures sans exception sont plus ou moins truquées, car cette imitation des fourrures recherchées n'est obtenue qu'à l'aide de longues manipulations, très minutieuses et très délicates. Néanmoins, la différence de valeur marchande entre une fourrure ordinaire et une fourrure dite noble peut tenter quelques commerçants peu scrupuleux et il était urgent de pouvoir reconnaître scientifiquement et avec certitude les fraudes qui pourraient se commettre, afin de les réprimer le cas échéant, ainsi qu'on le fait actuellement dans toutes les autres branches du commerce et de l'industrie.

Or, jusqu'à présent, les chimistes ou experts chargés de se prononcer sur la nature des poils constituant les diverses fourrures commerciales n'avaient à leur disposition que peu d'ouvrages spéciaux pouvant leur venir efficacement en aide dans ces recherches longues et délicates.

M. Eug. Collin, bien connu par ses travaux antérieurs sur l'application du microscope à la détermination de toutes les matières premières d'ori-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gine végétale ou animale, et lauréat de plusieurs prix (Académie des Sciences, Académie de Médecine, Société Chimique), est venu fort heureusement combler cette lacune de la littérature technique par un travail très intéressant et très complet qu'il a soumis à l'appréciation de la Société d'Encouragement à la date du 12 avril 1913. Ce travail a été renvoyé au Comité des Arts économiques.

Le très important mémoire que M. Collin a présenté a pour titre : « Examen microscopique des fourrures commerciales »; il se divise en deux parties et comprend 70 dessins originaux.

La première partie a trait aux considérations générales sur les fourrures. Elle débute par l'histoire des pelleteries, de l'antiquité la plus reculée à nos jours. Cette partie historique, très intéressante, a demandé de longues recherches à son auteur. Elle nous montre que, de tout temps, les fourrures ont fait l'objet d'un commerce très actif et très florissant. Certains souverains, Charlemagne entre autres, ont même dû en réglementer la vente afin d'empêcher certains grands seigneurs de se ruiner en folles dépenses de fourrures pour satisfaire à la mode du temps. Mais si, jusqu'au XIX^e^ siècle, les pelleteries ont été l'apanage des grands, il n'en est plus de même aujourd'hui et le commerce met à la disposition du public des fourrures à la portée de toutes les bourses, même les plus modestes.

Après cette étude historique, l'auteur s'étend sur la provenance et les caractères généraux des fourrures, puis il passe en revue le développement du poil et son histologie : préparation industrielle, technologie microscopique, fraudes, etc., et termine cette première partie par un aperçu très original sur les fourrures au point de vue de l'anatomie comparée.

La seconde partie, de beaucoup la plus importante, intéresse plus particulièrement le chimiste ou l'expert. C'est une description minutieuse et complète des diverses fourrures commerciales. L'auteur indique d'abord les caractères généraux des différents poils selon le groupe zoologique des animaux qui les fournissent : carnivores, insectivores, rongeurs, etc., puis il donne dans chaque groupe la nomenclature des animaux à fourrure, avec pour chacun d'eux les caractères extérieurs des poils, les caractères anatomiques qui permettent de les différencier et enfin les substitutions et fraudes dont ils peuvent être l'objet.

M. Collin a conservé à cette étude, qu'il considère comme la plus difficile, la plus minutieuse et la plus compliquée de toutes celles qu'il a en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

treprises, les caractères qui distinguent tous ses travaux, c'est-à-dire la netteté, la clarté et l'exactitude. La tâche qu'il s'était proposée et qu'il a menée à bien était très intéressante, mais aussi extrêmement ardue, étant donnée la quantité énorme d'espèces à examiner et le nombre très restreint des caractères invoqués pour leur détermination. Dans chaque cas, il a dû faire une étude distincte des deux sortes de poils qui constituent la fourrure des mammifères : poils jarreux et poils duveteux. Cette distinction, déjà très délicate par elle-même, est rendue plus difficile encore par la présence, dans toutes les fourrures, de poils intermédiaires.

Enfin, comme la structure de ces poils ne reste pas constante dans toute leur longueur, il était indispensable de retracer les différentes modifications que peuvent subir leurs éléments de détermination selon l'endroit où on les observe.

Toutes ces indications sont illustrées de dessins originaux d'une exécution aussi soignée et aussi parfaite que possible, et les personnes appelées à les consulter y trouveront tous les éléments nécessaires pour caractériser une fourrure.

Le travail de M. Collin est l'œuvre d'un savant habile et consciencieux qui n'a ménagé ni son temps, ni son labeur, et votre Comité des Arts économiques vous propose de remercier M. Eugène Collin de sa très intéressante communication. Il estime qu'il y a un très grand intérêt à publier *in extenso* le remarquable mémoire qu'il a écrit avec toutes les planches qui l'accompagnent.

Signé : Ch. Bardy, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance publique, le 27 février 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICE NÉCROLOGIQUE

GUSTAVE ROY

Membre du Comité de Commerce

Notre Société a perdu — il y a quelques mois — l'un de ses doyens et l'un des plus anciens et des plus éminents membres de son Comité de Commerce.

Pendant près de quarante-quatre ans, M. Gustave Roy a pris une part active aux travaux de ce Comité; à l'âge de quatre-vingt-sept ans, — dans votre séance du 21 mars 1910, — M. Roy plaidait encore devant vous, en termes chaleureux, la cause de l'Association Cotonnière Coloniale Française; il nous disait les sacrifices que nous devons consentir actuellement pour nos colonies de l'Afrique Occidentale, si nous voulons qu'elles puissent apporter plus tard à nos filatures le coton que l'Amérique nous livre seule et à des cours que faussent trop souvent des spéculations dont souffrent nos industries textiles.

Fondateur en 1867, au nom des exposants de la Classe 27, d'un prix destiné à encourager l'industrie cotonnière, M. G. Roy venait, quarante-trois ans plus tard, vous demander de consacrer une partie importante de ce capital à encourager les efforts faits au Dahomey pour acclimater la culture du coton. A son âge, M.G. Roy cherchait à nous faire partager sa foi en l'avenir de nos colonies françaises. — Quel exemple donné à tant de jeunes désabusés et découragés, qui n'ont que des doutes et des critiques à opposer à ceux qui croient, avec perspicacité et hardiesse, à l'avenir des Colonies françaises!

Cet homme qui luttait encore, alors que tant d'autres — trente ans plus jeunes — ne pensent déjà qu'à la retraite et au repos, il a consacré toute sa longue existence au développement de l'industrie française.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A vingt-quatre ans — en 1847 — il entrait dans la maison de commerce de tissus de coton en gros, fondée en 1813 par son grand-père et ses oncles. En 1912, il eut la grande joie de voir entrer ses petits-fils dans cette même maison, dont lui et ses fils ont consolidé la prospérité par une réalisation incessante de tous les progrès techniques et par une conception juste et raisonnée de ce que doit être l'organisation industrielle et commerciale d'une grande affaire.

M. G. Roy n'avait que trente-sept ans, quand, préoccupé de la préparation du Traité de Commerce avec l'Angleterre, M. Rouher, alors ministre du Commerce, s'adressa à lui pour le charger d'étudier la difficile question de l'industrie cotonnière en France.

Affaiblie et engourdie par une longue période de protection excessive, l'industrie textile, comme aussi l'industrie métallurgique, regardait avec effroi l'avenir que lui préparait la volonté impériale. Le jeune négociant sut, dans un travail clair et sincère, montrer au Ministre novateur les réformes réalisables et les limites que pourraient atteindre les tarifs nouveaux sans dommage durable pour ceux des industriels qui sauraient secouer leur torpeur et mettre leurs manufactures à la hauteur de celles de l'Étranger. Aussi, dès l'année suivante, M. G. Roy était appelé à siéger dans ce Comité consultatif des Arts et Manufactures qui devait être appelé à connaître de tous les problèmes qu'allait poser le nouveau régime commercial.

L'âge seul priva ce Conseil du concours effectif de M. G. Roy, mais il ne s'en séparait pas complètement puisque le Ministre appelait M. Ferdinand Roy à remplacer son père au Comité consultatif des Arts et Manufactures, comme vous l'avez appelé, vous aussi, Messieurs, à succéder à son vénéré père dans notre Comité de Commerce.

Membre de la Chambre de Commerce de Paris en 1872, M. Gustave Roy marquait sa présidence en 1880 par la création de l'École des Hautes Études Commerciales, dont il voulait faire, disait-il, dans son rapport du 28 juillet 1880, l'« École Centrale du Commerce ».

« Trop longtemps, nous disait M. G. Roy, dans un rapport qu'il vous présentait en 1881, on a regardé, dans notre pays, le Commerce comme une profession subalterne qui n'a besoin d'aucune préparation ; on revient, de nos jours, sur cette idée, et on reconnaît que l'homme qui entre dans les affaires, préparé par de fortes études, a plus de chances d'y réussir que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui qui, n'en ayant pas étudié la théorie, n'entend demander de leçons qu'à la pratique.

« Loin de nous de prétendre que les études théoriques peuvent dispenser de la pratique et que l'on n'ait besoin, pour être apte au Commerce et à la Banque, que d'en connaître les lois; mais nous affirmons que ces études sont d'un grand secours, qu'elles abrègent les débuts des jeunes gens qui se préparent au Commerce, leur ouvrent de plus larges horizons, et leur permettent de se présenter bien armés pour le combat des intérêts contre les intérêts. »

La même année où Boutmy et quelques esprits d'élite s'unissaient pour créer l'École des Sciences Économiques et Politiques, et confiaient la chaire de « Science financière » à un jeune professeur qui devait illustrer cette école, M. Paul Leroy-Beaulieu, quelques grands industriels et commerçants de Paris, de Lyon, de Bordeaux, de Marseille — dont était M. G. Roy — se concertaient en vue de créer un organe destiné à défendre les idées de liberté et de progrès économique, et confiaient la direction de cet organe, *l'Économiste français*, à ce jeune professeur qui est devenu l'éminent académicien dont le nom fait autorité dans toutes les questions de finance.

Membre, puis pendant de longues années, et jusqu'en 1912, président du Conseil de ce journal, M. G. Roy apporta à bien des reprises différentes l'appui de sa plume alerte et avertie à la défense des questions de liberté et de progrès qu'il ne renonça jamais à défendre, et auxquelles il resta fidèle jusqu'à son dernier jour.

Plein de confiance dans ce que peut produire l'industrie française, bien conseillée et bien dirigée, M. G. Roy s'écriait en 1889, dans un Congrès international du Commerce et de l'Industrie : « Il ne faut pas dire qu'on ne peut exporter, qu'on a besoin de droits presque prohibitifs pour vivre, qu'on fait moins bien que les autres. Les enquêtes où chacune des industries françaises est venue étaler ses plaies, pour demander plus de protection, ont porté un très grand préjudice au Commerce français par la publicité retentissante qu'elles ont reçue dans le Monde entier...

« L'industrie française peut presque toujours lutter contre les pays étrangers : l'Exposition de 1889 en est une preuve. Qu'on dise hautement que l'industrie française est forte, qu'elle est capable de travailler pour l'exportation, qu'elle peut aller vendre à l'Étranger... »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce que disait avec tant de force, en 1889, notre vaillant collègue, il l'aurait certainement répété, s'il en avait eu l'occasion, après chacune de nos triomphales expositions, à Paris en 1900, et hier encore à Bruxelles, à Liége, à Turin, à Gand, partout où s'est affirmée l'industrie française. Ce qu'il déclarait, il le prouvait en développant dans ses manufactures les articles pour l'exportation, en créant des usines dont l'exportation vers nos colonies et ailleurs encore est la raison d'être et de prospérer.

S'il a pu avec une si incontestable autorité faire entendre sa voix énergique, c'est qu'il était, M. G. Roy, un homme de devoir et de principe, qui ne se payait pas de paroles mais savait en agissant lui-même entraîner tous ses collaborateurs, leur inspirer amour et confiance.

Héritier d'un nom honoré, M. G. Roy a eu la grande joie et le grand privilège de voir grandir autour de lui, et de laisser après lui des fils et des petits-fils qui marchent sur les traces paternelles, ne séparant jamais comme leur aïeul les devoirs du philanthrope des obligations de l'industriel.

Le Président du Comité de Commerce : GRUNER.

Lu et approuvé en séance publique, le 13 février 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE SYSTÈME TAYLOR[1]

MESSIEURS,

Si je puis traiter la question des méthodes de travail connues sous le nom de « Système Taylor », avec l'espoir de signaler quelques aperçus nouveaux, c'est parce que M. Le Chatelier, à qui revient le mérite d'avoir fait connaître ces méthodes en France, m'a fait faire la connaissance de M. Taylor. J'ai eu ainsi toute facilité pour étudier sur place, au cours d'un récent voyage aux États-Unis, les méthodes imaginées par le grand ingénieur américain et le très important mouvement d'opinion auquel elles donnent lieu.

M. Taylor m'a fait l'accueil le plus cordial, et a bien voulu me mettre en relations avec ses collaborateurs et avec les personnes qui ont pris une attitude vis-à-vis du mouvement actuel : admirateurs, partisans et critiques. Je me suis aussi rencontré avec des industriels qui, tout en rendant hommage à la haute valeur scientifique et morale qui fait de M. Taylor une personnalité si intéressante, se déclarent opposés à ses méthodes. J'ai donc pu recueillir sur ce sujet des documents assez complets.

Il y a lieu d'insister d'abord sur le véritable esprit des nouvelles méthodes, car on paraît croire assez généralement que M. Taylor a imaginé un *système* de règlement du salaire de l'ouvrier poussant ce dernier, par l'appât du gain, à augmenter la production en se surmenant, système combiné à un machinisme réduisant l'homme à l'état d'automate. Et on part de cette conception pour se demander si réellement l'industrie moderne est acculée à l'emploi de ces méthodes malgré leurs inconvénients.

(1) Communication faite en séance publique le 13 janvier 1914, par M. Ch. de Fréminville.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est là une représentation tout à fait inexacte de l'œuvre à laquelle on peut attacher, à juste titre, le nom de M. Frederick W. Taylor.

Cette œuvre consiste dans l'application de la science industrielle et dans le développement d'une science de la direction au profit de l'employeur et de l'ouvrier.

Les résultats cherchés sont la bonne utilisation de l'outillage, la bonne utilisation du travail, excluant par cela même le surmenage.

Aplanir la difficulté devant l'ouvrier, l'instruire, le guider, collaborer à son travail, voilà, d'après M. Taylor, le principe essentiel de sa méthode.

Le personnel dirigeant doit être prêt à entreprendre cette nouvelle tâche et doit communiquer à l'ouvrier la conviction des avantages qui en résulteront pour lui, avant tout essai d'introduction des nouvelles méthodes.

La découverte de l'acier à coupe rapide devrait suffire à faire connaître dans le monde entier le nom de M. Taylor. Mais M. Taylor désire surtout attirer l'attention sur la méthode qui lui a permis de la réaliser. Car cette invention n'est due ni à un hasard, ni à une intuition heureuse, mais bien à des recherches conduites méthodiquement pendant vingt-cinq années et qui ont entraîné une dépense de 1 million de francs environ. Au cours de ces recherches, entreprises dans le but de remplacer l'empirisme par des méthodes rationnelles et scientifiques dans le travail des métaux, des mesures précises de tous les éléments à considérer dans le travail d'un tour ont été prises à chaque instant : mesures des efforts au moyen d'un dynamomètre, mesures des temps au moyen d'un chronomètre.

M. Taylor, frappé des résultats considérables qu'on pourrait obtenir en étudiant de la même manière le travail de l'ouvrier, a été amené à concevoir une nouvelle méthode d'analyse du travail. Cette méthode consiste à mesurer la durée de chacun des mouvements que le travail de l'ouvrier comporte, pour mettre en évidence les points défectueux des conditions dans lesquelles ce travail est exécuté. M. Taylor part de cette observation pour étudier de nouvelles conditions de travail plus favorables au point de vue du rendement et de la diminution de la fatigue et, de plus, il obtient une évaluation du temps que l'ouvrier doit employer pour exécuter le travail (la « tâche » type) assez précise pour servir de base à une discussion loyale entre l'employeur et l'ouvrier pour la juste rétribution de ce dernier. Et si la tâche est accomplie dans le temps convenu, l'ouvrier doit toucher une *prime*. L'ouvrier doit, avant tout, avoir conscience qu'on lui demande une collaboration et qu'on ne cherche pas à l'exploiter.

Mais la réalisation de ce programme entraîne une réorganisation complète

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des cadres de l'industrie actuelle. L'étude patiente du travail de l'ouvrier et de l'amélioration des conditions dans lesquelles il doit être exécuté, ne peut pas être poursuivie par ceux qui doivent assurer le fonctionnement journalier de l'usine. Il est nécessaire qu'elle soit confiée à un personnel qui n'ait pas d'autre préoccupation. Le champ d'opération de ce personnel doit être fort étendu, car, partant du travail de l'ouvrier, il remonte à l'outillage et à la distribution générale du travail, enfin aux grandes lignes de l'affaire. Cette nouvelle organisation comporte donc :

La création d'un véritable *service d'état-major* chargé de l'étude des meilleurs procédés et des meilleures méthodes à employer et de la préparation des instructions ;

Et la création d'un *service d'exécution*, véritable *troupe de ligne* n'ayant pas d'autre préoccupation que l'exécution du travail suivant le plan et les instructions qui lui sont transmises. Son domaine consiste dans la distribution du travail et des instructions aux ouvriers, la formation de ces derniers au moyen d'instructeurs, la vérification de l'exécution au moyen d'inspecteurs, et l'entretien des machines. Plus de contremaître omniscient. Chacune des attributions du service d'exécution est confiée à un contremaître spécial qui en est responsable. L'ouvrier reçoit toujours des instructions écrites complètement explicites, donnant le détail des moindres opérations, presque de chaque mouvement. Dans la pratique, il ne s'inquiète pas de ce détail, mais s'il trouve les instructions difficiles à suivre, il a le droit de faire venir l'instructeur et de le mettre en demeure de lui montrer comment il faut faire pour s'y conformer, et l'instructeur, en se reportant au détail, a vite fait de voir quel est le point qui arrête l'ouvrier. Enfin, *l'ouvrier n'est pas exposé à être, comme il dit, attrapé sans savoir pourquoi.*

Le diagramme de la figure 1 emprunté à M. Gilbreth, l'un des disciples de M. Taylor, permet de se rendre compte de cette organisation. Chacun des cercles qu'il comporte représente un service.

Tout ce qui est au-dessus de la ligne XX est relatif à la *préparation* des opérations de tout ordre : étude des grandes lignes de l'affaire ; plan général de la fabrication ; choix des procédés et de l'outillage et établissement des instructions détaillées à remettre aux ouvriers ; « études de temps » et prix de revient ; discipline.

Tout ce qui est au-dessous de la ligne XX est relatif à l'*exécution :* chef de la distribution du travail, chef des instructeurs ; chef de l'entretien des machines-outils ; vérification du travail.

Il ne faudrait pas croire que chacune de ces divisions représente un dépar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement de ministère. La fonction existe, mais tous les hommes se retrouvent dans un même bureau central quand leur travail ne les appelle pas dans l'atelier.

L'ouvrier n'a pas de relations avec les chefs de la préparation des instructions. Il est surtout sous la direction d'un instructeur et d'un vérificateur de travail.

M. Taylor nous a fait savoir que les travaux qui ont donné naissance à ses

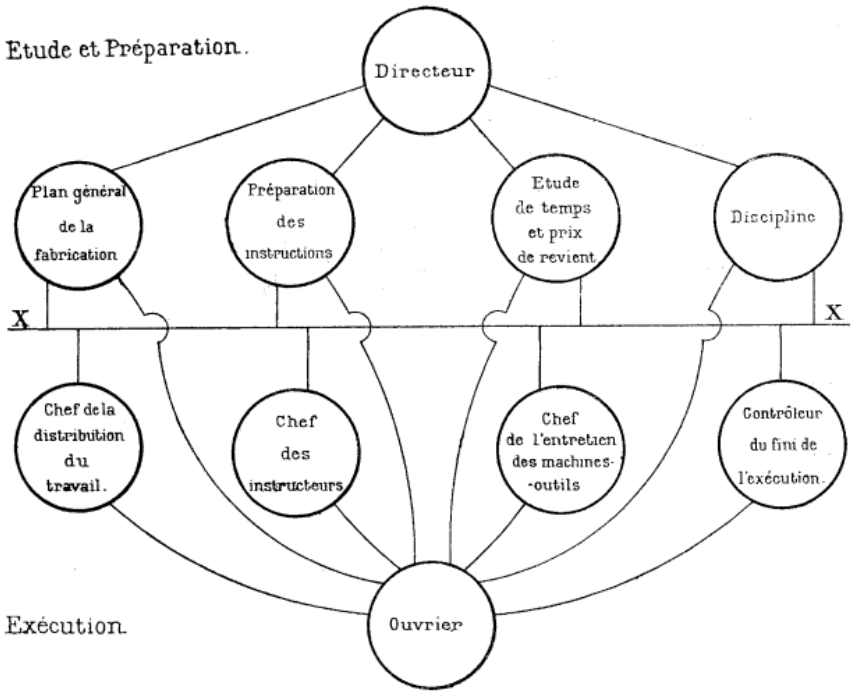


Fig. 1. — Diagramme de l'organisation type séparant la préparation de l'exécution. (D'après M. Frank Gilbreth.)

méthodes, ont fait l'objet d'une longue collaboration entre MM. White, Gantt, Barth et lui, et que cette collaboration a été si intime qu'il serait difficile de distinguer ce qui appartient à l'un ou à l'autre. Il nous dit que M. White était certainement bien plus métallurgiste que les autres ; M. Gantt, beaucoup meilleur directeur ; M. Barth, meilleur mathématicien, et ne réserve pour lui que l'opiniâtreté. Cette opiniâtreté doit avoir été le lien puissant qui a permis d'obtenir des résultats si importants ; mais en raison de cette collaboration et pour tenir compte du désir que doit éprouver un fondateur d'école de faire appel à tous les concours, les nouvelles méthodes ne sont pas désignées, aux États-Unis, sous le nom de M. Taylor. On les y désigne sous le nom de « scien-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tific management. » Nous nous servirons des mots de nouvelle école, d'école américaine, école de direction scientifique, pour ne pas répéter constamment une locution étrangère difficile à traduire.

C'est par la *Revue de Métallurgie* que les ingénieurs français ont connu les travaux de M. Taylor. Cette revue publiait, en 1907, un volume d'*Études sur l'organisation du travail dans les usines* et, en 1912, *Les principes d'organisation scientifique des usines*. Ces ouvrages étaient présentés par M. H. Le Chatelier comme l'exemple le plus frappant de ce que peut devenir la science industrielle quand elle s'appuie sur le déterminisme et sur des mesures exactes.

Le premier ouvrage, d'une importance pourtant exceptionnelle, n'avait pas été écrit pour attirer l'attention du public. Il fallait qu'un autre travail vînt présenter les mêmes idées sous une forme capable de frapper l'imagination. C'est le but rempli par les *Principes d'organisation scientifique des usines*.

L'auteur nous apprend que ce dernier travail a été écrit :

« 1°. — Pour montrer, par une série d'exemples simples, la grande perte causée au pays par le mauvais rendement de presque toutes nos actions de tous les jours.

« 2°. — Pour essayer de convaincre le lecteur que le remède à ce défaut de rendement réside dans une organisation scientifique plutôt que dans la recherche d'un homme exceptionnel ou extraordinaire.

« 3°. — Pour montrer que la meilleure organisation est une véritable science reposant sur des lois, des règles et des principes fondamentaux clairement définis. Et de plus, pour montrer que ces principes fondamentaux sont applicables à toutes les formes de l'activité humaine, depuis nos actes individuels les plus simples, jusqu'aux travaux de nos plus grands groupements, demandant la coopération la plus étudiée. Et, enfin, par une série d'exemples, de convaincre le lecteur que partout où ces principes sont correctement appliqués, on doit obtenir des résultats absolument étonnants. »

Les exemples les plus frappants contenus dans cet ouvrage sont celui du *chargeur de gueuses de fonte* et celui du *maçon*.

Un manœuvre, livré à lui-même, chargeait, par jour, dans un wagon, douze tonnes de fonte. On étudie ce travail par les procédés habituels du chronométrage, et on montre au chargeur comment il faut faire pour charger beaucoup plus de fonte sans se fatiguer davantage. Il arrive à en charger quarante-sept tonnes et demie sans difficulté, ce dont on lui tient compte par une forte augmentation de salaire.

M. Gilbreth, qui s'est fait une spécialité du chronométrage, aborde l'étude du travail du maçon poseur de briques. C'est un travail qui peut passer pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avoir bénéficié de l'expérience des siècles et être bien difficile à perfectionner. Cependant M. Gilbreth est frappé de voir que le maçon se baisse à chaque instant pour ramasser à ses pieds la brique qu'il va poser et qu'il en fait autant pour prendre du mortier. Le maçon fait encore bien d'autres mouvements inutiles et fatigants. On lui prépare de petits échafaudages mettant à portée de sa main les matériaux qu'il doit employer, on lui indique les mouvements inutiles qu'il peut supprimer et il arrive à poser par heure 350 briques au lieu de 120.

Voilà qui donne à réfléchir sur la façon dont une direction intelligente peut utiliser le travail.

Pour obtenir cette bonne utilisation, M. Taylor nous apprend que la direction doit :

« 1° Établir, pour chacun des éléments du travail de l'homme, une science qui remplace la vieille méthode du pouce et de l'œil.

« 2° Choisir scientifiquement, puis former, instruire et développer l'ouvrier, au lieu de le laisser comme autrefois choisir son travail et se former comme il le pouvait.

« 3° Suivre les hommes de façon à s'assurer que tout le travail est fait d'accord avec les principes de la science qui a été établie.

« 4° Partager à peu près également le travail et la responsabilité entre la direction et l'ouvrier, la direction se chargeant de tout le travail pour lequel elle est mieux équipée que l'ouvrier, tandis que, dans le passé, presque tout le travail et la plus grande partie de la responsabilité retombaient sur celui-ci. »

Ainsi exposés, les travaux de M. Taylor ont commencé à retenir l'attention aux États-Unis.

Mais l'intérêt du public s'est surtout porté sur les nouvelles méthodes à la suite d'une déposition faite devant l'Interstate Commerce Commission, dans une affaire de demande en relèvement des tarifs de transport des marchandises par les compagnies de transport. Un expert des expéditeurs déclara, le 21 mars 1910, qu' « on estimait qu'en faisant l'application des nouveaux principes de direction à l'exploitation des chemins de fer des États-Unis, on pourrait faire une économie de 5 000 000 f par jour et, de plus, que ces principes pouvaient être appliqués avec un égal succès à toutes les formes d'activité rencontrées dans les affaires ». Depuis ce moment, cet intérêt n'a fait que se développer.

En abordant aux États-Unis, on entend prononcer à tout propos les mots de « scientific management » ou d' « efficiency ». La Society of Mechanical Engineers a fondé une section spéciale pour l'étude des questions qui y sont relatives. Deux sociétés distinctes se sont fondées dans le même but. L'univer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sité de Harvard a consacré une faculté spéciale, avec un doyen et plusieurs professeurs, à l'enseignement des mêmes questions. On ne peut causer avec un industriel sans se rendre compte qu'il est passionné pour ou contre la nouvelle méthode. La presse en parle à tout moment et, dans ses sarcasmes, fait constamment allusion au manque d'efficiency de tel ou tel homme public ou de telle ou telle institution. Le Gouvernement a suivi le mouvement. Non seulement les arsenaux de la Guerre ou de la Marine ont fait des applications de la méthode ou ont institué des commissions pour l'étudier, mais le Président Taft a créé une grande commission parlementaire à ce sujet. Les syndicats ayant fait une opposition à l'emploi de la méthode dans les arsenaux, il a fallu nommer, pour examiner leurs réclamations, une commission d'enquête qui a fait grand bruit.

La ville de Philadelphie, voulant réagir contre la gestion déplorable qui avait été faite de ses affaires, livrées aux mains des politiciens, profita d'un renouvellement de son conseil municipal pour demander à M. Taylor s'il voulait se charger de la direction des travaux de la ville et appliquer ses méthodes à la conduite du personnel et des affaires de ce département. Cette tâche a été entreprise par l'un des collaborateurs de M. Taylor, M. Morris L. Cooke. Au bout d'une année, les résultats obtenus sont déjà appréciables à tous égards (1).

Les économistes suivent les travaux de la nouvelle école avec le plus grand intérêt. Le 13 mars 1913, nous avons pu assister à Chicago à une réunion de la Société d'Économie politique de l'Ouest, consacrée entièrement à l'étude des nouvelles méthodes de direction scientifique des usines.

Il n'est pas jusqu'aux dames qui ne s'intéressent au mouvement de la « direction scientifique ». Entendant les hommes parler des résultats merveilleux qu'on peut obtenir en exécutant méthodiquement un travail déterminé, en classant des documents de façon à pouvoir y recourir facilement, en modifiant certaines dispositions matérielles, elles ont immédiatement pensé que si quelqu'un avait besoin de voir alléger sa besogne, c'était la femme. Un très grand nombre d'Américaines ont en effet le désir de créer à leur mari un intérieur agréable, de vivre économiquement, de bien élever leurs enfants et de conserver un peu de temps pour la culture intellectuelle. Or ce programme doit être rempli, le plus souvent, sans le secours de la moindre servante, car 80 p. 100 des Américaines n'en ont pas. Mme Christine Fredericks leur dit comment il faut s'y prendre pour obtenir le résultat qu'elles cherchent, en

(1) Au moment où cette conférence va être publiée, je reçois, grâce à M. Taylor, un rapport fort intéressant, relatif à l'application qui a été faite de la « méthode » à l'entretien de la voie publique à Chicago. Les résultats obtenus sont également très concluants. C. F.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'inspirant de l'école Emerson, dans un petit volume fort original : *New Housekeeping*.

***

Mais si l'on considère comme acquis que l'École de Direction scientifique a su attirer l'attention du public sur ses méthodes et qu'on en attend beaucoup, on peut se demander comment *ces méthodes sont accueillies aux États-Unis par l'industrie*. Les chefs d'industrie les adoptent-ils avec enthousiasme ; rencontrent-ils une grande opposition de la part des ouvriers ?

Ici encore nous devrons signaler des aperçus nouveaux.

Nous avons fait allusion au remaniement considérable que doit subir une usine qui adopte la nouvelle organisation. C'est là que réside la difficulté et c'est de là que vient l'opposition.

Pour juger convenablement ce point, il est indispensable de jeter un coup d'œil sur la situation de l'industrie au moment où ces méthodes ont fait leur apparition.

Jusqu'à ces temps derniers, l'industrie, aux États-Unis, a surtout subi l'influence de l'homme d'action à la forte personnalité qui caractérise la nation américaine. C'est un chef qui n'a pas la prétention de tout savoir. Il concentre toutes ses facultés sur une seule question et ne se noie pas dans les détails ; il sait avant tout choisir ses collaborateurs et se faire aider. Aussitôt qu'il a reconnu chez un homme des aptitudes bien accentuées, il taille à cet homme un domaine dans lequel il lui donne toute liberté d'action et se borne à observer le résultat obtenu. Cette manière de faire a souvent réussi, mais n'est pas à l'abri de toute critique.

L'œuvre du grand capitaine industriel américain, reposant sur le choix de ses lieutenants, n'est pas assise sur une base solide et durable. Elle est souvent éphémère. Elle constitue de plus un danger pour l'industrie du pays.

La *formation des trusts* est due à ces hommes aventureux, jugeant sommairement, mais superficiellement et sans aucun souci de l'avenir. Les trusts, en groupant les petites affaires, diminuent les frais généraux d'administration et les frais généraux commerciaux et rendent ainsi l'exploitation plus économique, mais, d'autre part, ils suppriment la concurrence, réduisent généralement la production et abusent de ce qu'ils sont les maîtres du marché et des prix. Ils ignorent complètement la question travail et ne s'occupent de l'ouvrier que pour lui faire donner un effort momentané par un moyen de fortune.

Les trusts ont pu donner des résultats commerciaux ou financiers, mais ils ont rendu la lutte plus aiguë entre le travail et le capital. Ils ont groupé les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvriers mécontents autour des syndicats. L'ouvrier américain, très ambitieux, est tout disposé à faire un effort considérable pour sortir du rang et se créer une situation, mais ne veut pas qu'on abuse de l'ardeur qu'il peut mettre au travail.

Les trusts se sont aussi aliéné les consommateurs.

Tous ces mécontentements se sont traduits par des poursuites exercées par le gouvernement et des condamnations sensationnelles, comme celles dont les administrateurs de la National Cash Register ont été l'objet tout dernièrement. Le président de cette société, considérée comme un modèle à tous égards, l'une des gloires des États-Unis, a été envoyé en prison pour avoir exercé une pression sur des sociétés qui lui faisaient concurrence.

Un succès durable ne peut résulter que d'une organisation sérieuse permettant de réaliser une bonne utilisation de toute les ressources ; matières premières, matériel, main-d'œuvre ; assurant, avec la production à bas prix, l'élargissement du marché et le développement de l'industrie, tout en rétribuant convenablement tous les concours, y compris celui de l'ouvrier ; c'est ce que de nombreuses usines américaines ont compris depuis longtemps déjà, celles surtout dans lesquelles l'organisation et la direction du travail jouent un rôle prépondérant. Par exemple les usines de construction de machines-outils, telles que Pratt et Witteney, — Brown et Sharpe, — Jones et Lamson, — Potter et Johnson, — Bullard, — Warner et Swasey, — Reed et Prentice, etc. Ces usines emploient, depuis bien des années, des systèmes plus ou moins perfectionnés d'organisation et de distribution du travail, dont les promoteurs de la Nouvelle École ont pu s'inspirer ; bien qu'il soit très difficile de dire maintenant dans quelle mesure ils ont pu le faire.

M. Taylor paraissait donc rencontrer un terrain bien préparé pour le développement de ses idées et de ses méthodes. On pourrait croire que la porte leur était grande ouverte. Il n'en était rien. Les idées nouvelles ont été accueillies avec la plus grande réserve par ceux qui s'étaient le plus intéressés aux questions d'organisation, et M. Taylor a dû montrer beaucoup d'énergie pour faire ressortir que les points essentiels de sa méthode n'étaient pas mis en pratique dans les anciennes organisations. Il a montré, surtout, qu'il ne suffit pas que le travail soit contrôlé par des moyens purement statistiques, ni même qu'étant bien distribué, des instructions générales soient données à l'ouvrier sur la façon dont il doit s'y prendre ou sur les outils dont il doit se servir, mais qu'il est indispensable que le travail ne soit remis qu'avec des instructions écrites, sous la surveillance d'un instructeur.

M. Taylor devait donc faire partager ses idées par un public difficile à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

convaincre, car on n'admet pas facilement, quand on a derrière soi de longues années d'expérience et de succès, qu'on pourrait mieux conduire ses affaires et qu'on aurait intérêt à se réformer. M. Taylor entreprenait là une besogne rude et ingrate qui ne pouvait convenir qu'à un lutteur aussi opiniâtre que lui. Les idées de M. Taylor ont donné lieu, dans ce milieu, à des critiques des plus intéressantes. Mais on peut dire, malgré tout, qu'elles y font beaucoup de chemin et que leur application intégrale n'est qu'une affaire de temps.

Nous avons déjà fait entrevoir que la mise en pratique des nouvelles méthodes n'est pas chose très facile.

Une usine qui veut en faire l'application doit procéder à une revision de son plan de fabrication, et au choix de nouveaux procédés de fabrication. Elle doit faire une nouvelle répartition des attributions de son personnel, entreprendre la revision de l'outillage et ces *études de temps* minutieuses, nécessaires à la préparation d'instructions détaillées à remettre aux ouvriers. C'est là un travail considérable qu'on ne peut mener à bien qu'en le poursuivant pendant plusieurs années, trois, quatre ou cinq ans, et qui entraîne des dépenses importantes, se chiffrant par des centaines de mille francs, pour des usines n'employant que quelques centaines d'ouvriers.

Quand M. Taylor a fait connaître ses méthodes, un certain nombre d'usines ont cherché à en faire l'application elles-mêmes. Mais elles la faisaient dans de mauvaises conditions. Personne ne s'y consacrant d'une façon suffisante, les choses étaient faites à moitié et il en est résulté des insuccès notoires. La mise en application de la méthode est devenue une spécialité. Des ingénieurs s'y sont consacrés d'une façon exclusive. M. Taylor lui-même n'a pas fait autre chose pendant de longues années. Ses principaux collaborateurs : M. Gantt, M. Barth, M. Gilbreth, M. Cooke, etc., le font également en restant en relations continuelles avec lui. D'autres ingénieurs, également d'un grand mérite, comme M. Harrington Emerson, bien que procédant du point de départ établi par M. Taylor, présentent les choses d'une façon un peu spéciale et forment une « école » à part.

Les nouvelles méthodes peuvent être appliquées à des fabrications très diverses, à des usines d'importances très différentes. Au premier abord, on se figurerait que seules les très grandes organisations peuvent se permettre la création d'un service d'état-major, ou encore, qu'on ne peut faire raisonnablement une « étude de temps » coûteuse que pour une fabrication comportant des séries très importantes de pièces identiques.

Les applications qui ont été faites montrent qu'il n'est pas nécessaire que ces conditions se trouvent remplies pour que les nouvelles méthodes soient appliquées avec succès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'usine de « Tabor » à Philadelphie, qui sert en quelque sorte d'école d'application de la méthode, occupe 90 ouvriers et fait un travail très varié : machines à mouler et autres, construites en très petites séries ou par unités, de modèles nombreux, auxquels on apporte au besoin des modifications pour satisfaire à des demandes spéciales. Or, cette usine supporte les frais d'un état-major et personnel dirigeant de tout genre comptant 28 personnes, et ce n'est que depuis qu'elle a été réorganisée par M. Taylor que ses affaires prospèrent. Avant la réorganisation, le nombre des ouvriers était de 150 et celui des contremaîtres de 3. L'usine allait alors à la ruine. La première mesure prise par M. Taylor a été de faire évacuer les machines qui occupaient un local important pour une usine de ce genre, pour y installer le bureau de préparation des instructions, mesure qui paraissait d'abord extravagante.

Les grandes affaires auraient un intérêt encore plus grand à employer ces méthodes qui sont certainement pour elles les méthodes de l'avenir, mais elles hésitent à entreprendre une réorganisation entraînant un travail considérable. Elles ne se prêtent guère à un essai que quand cet essai peut être fait en petit, dans un seul département, ou, mieux encore, s'il peut être dirigé en vue d'obtenir un résultat en quelque sorte définitif sur une fabrication immuable.

Le dénombrement des ouvriers travaillant suivant les nouvelles méthodes est extrêmement difficile à faire. La Society of Mechanical Engineers, qui a fait une enquête à ce sujet, signale bien « la séparation des personnes qui s'intéressent aux nouvelles méthodes en deux camps, les unes enthousiastes, les autres formant une opposition énergique à ce qu'on appelle *le nouvel élément dans la direction* », mais il y a un troisième camp dans lequel on trouve des partisans qui ne se font pas connaître ou des convertis qui préfèrent garder leur liberté, ne pas faire une confession éclatante et s'inspirer des nouveaux principes sans faire une application intégrale de tous les détails d'organisation préconisés par les chefs de l'École. Ce troisième camp est certainement très important. Enfin, on nous a dit, et cela paraît exact, que certaines usines n'ont appliqué la méthode qu'en gardant à ce sujet le plus grand secret, souvent en la débaptisant.

Le Comité de la Society of Mechanical Engineers (1) constate que des applications ont été faites dans plus de 60 industries diverses. En dehors des usines classiques de Midvale et de Tabor, on peut citer des applications faites dans des ateliers de constructions mécaniques tels que la Link Belft Mfg. Co. », la « Fitchburg Mfg Co. », les « ateliers de construction de locomotives de Schenectady », la « Fabrique de Wagons Pulmann », les fabriques d'automobiles :

(1) *The present State of the Art of industrial Management.* Majority report of sub-committee on administration (décembre 1912).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Hudson », « Stearns », « Franklin » ; l'imprimerie « Plimpton Press ». Une grande fabrique de tubes à Pittsburgh ; la grande fabrique de serrurerie « Yale and Towne » ; l' « Arsenal de Watertown » dans lequel on fabrique des affûts de canons de forteresse de modèles extrêmement variés, des forges, des filatures, etc.

Les applications débutent généralement sur une petite échelle. Quand elles se rapportent à de grandes affaires comme Pulmann, la fabrique de locomotives de Schenectady, elles sont faites graduellement en commençant par un département peu étendu.

***

Malgré tout ce qu'on a pu dire, l'ouvrier, que nous ne confondons pas avec le syndicat, n'est généralement pas hostile aux nouvelles méthodes. Il ne s'oppose pas à ce qu'on prenne la peine de chercher à l'employer au travail pour lequel il a le plus d'aptitudes, à ce qu'on mette entre ses mains les meilleurs moyens de production, à ce qu'on lui indique les meilleures méthodes de travail lui assurant plus sûrement un bon salaire, pourvu qu'on ne lui demande qu'un effort raisonnable qu'il puisse soutenir normalement pendant sa vie d'ouvrier. Or la nouvelle école a la prétention de lui donner cette satisfaction avec le concours du « bon sens » et de la « bonne foi » de ceux qui conduisent une affaire. Du reste, les méthodes Taylor donnent à l'ouvrier une grande indépendance. Abrité derrière des instructions écrites, il n'a pas affaire à un *caporal qui a toujours raison*, mais à un instructeur compétent, ce qui est tout différent.

On peut se demander si l'ouvrier, bien qu'il ne fasse pas d'opposition à des méthodes qu'on lui fait accepter grâce à une augmentation de bien-être matériel, n'en est pas cependant amoindri, privé d'initiative, changé en automate?

Au premier abord, le reproche relatif à la suppression de l'initiative de l'ouvrier paraît très grave. Mais qu'est-ce donc que l'initiative qu'on supprime ou qu'on ne développe pas par l'emploi des nouvelles méthodes? Un homme auquel on n'apprend pas à affûter ses outils montre-t-il une grande initiative dans les tâtonnements qu'il fait pour essayer de les faire couper ? Il en montrera d'abord un peu, c'est certain, mais quand il aura obtenu un résultat d'ailleurs très imparfait, il s'attachera à une habitude vicieuse et ne montrera plus la moindre initiative.

Ce qui tue le plus l'initiative chez un homme, c'est d'être occupé à un travail dont il ne comprend ni le but ni l'utilité, de recevoir des ordres inexécutables émanant d'une direction inintelligente.

L'homme qui a le plus d'initiative réelle est celui qui est le plus sûr de son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affaire. Les instructions précises, les dispositions et l'outillage établi scientifiquement pour régler ou faciliter le travail de l'ouvrier ne peuvent que développer ce dernier à tous les points de vue. L'esprit s'habitue vite à ce qui est vrai et arrive promptement à ne plus pouvoir se représenter qu'il puisse exister autre chose. Les formes d'égale résistance des organes mécaniques sont devenues instinctives aux gens les plus étrangers au calcul. Un ouvrier à peine cultivé, vivant au milieu de machines bien étudiées, acquiert parfois une notion des principes qui ont servi à leur détermination, plus exacte que celle du calculateur.

L'homme civilisé possède certainement une initiative d'un ordre supérieur à celle du sauvage, et pourtant, il est incapable de faire du feu en frottant deux morceaux de bois, il est médiocrement adroit à la chasse et se laisserait peut-être mourir de faim là où le sauvage sait se tirer d'affaire. Mais si l'homme civilisé vit dans un milieu où tout paraît disposé pour le dispenser de la moindre initiative, il reçoit de ce milieu un enseignement continuel des principes qui ont contribué à la création de tout ce qu'il voit, et peut-être est-ce là le motif principal de l'élévation du niveau moyen de l'intelligence avec le degré de civilisation.

Peut-on dire que les nouvelles méthodes transforment l'ouvrier en une machine inconsciente? Que ce dernier travaille sous une contrainte continuelle? Qu'il se surmène? Après tout, la nouvelle école ne fait que lui apprendre à se bien tenir, et lui donne de bonnes habitudes, comme fait l'instructeur qui forme un cavalier. Une fois l'habitude prise, la contrainte cesse, et l'ouvrier ne pense plus à la formation qu'il a subie que le jour où il s'étonne de voir que son voisin ne s'y prend pas bien et se fatigue en travaillant maladroitement. L'ouvrier, comme tous les hommes, ne se perfectionne qu'en faisant passer le plus grand nombre possible de ses actes du domaine du « conscient » dans le domaine de l' « inconscient ».

Il n'est pas de pire surmenage que celui de l'homme qui se presse sans bien savoir ce qu'il fait, de l'homme qui, bousculé, n'est pas guidé et qui est trop fatigué pour réfléchir sur ce qu'il pourrait faire pour améliorer les conditions dans lesquelles il travaille. C'est le surmenage d'une armée en déroute auquel la nouvelle école veut substituer l'élan d'une armée bien conduite et pleine d'entrain.

M. James Hartness a écrit sur ce sujet, sur la psychologie de l'ouvrier, des pages d'une vérité admirable dans son livre : « Le facteur humain dans la direction des usines. »

Le surmenage paraît exister aux États-Unis, et nous y reviendrons, mais c'est justement l'un des maux contre lesquels l'école américaine réagit et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Taylor, en faisant visiter l'usine de Tabor qui lui sert de champ d'étude, fait remarquer spécialement que tous les hommes sont occupés, mais qu'aucun d'eux ne se presse.

L'un des points des travaux de M. Taylor qui ont le plus attiré l'attention de la critique, en France du moins, est celui qui est relatif à la « sélection ». M. Taylor, entraîné par le côté scientifique de son étude, fait remarquer, dans ses ouvrages, qu'il peut avec sûreté désigner l'homme qui a le plus d'aptitude pour accomplir un travail déterminé, et quelques personnes ont vu là l'énoncé d'un principe brutal conduisant à choisir un petit nombre d'ouvriers d'élite, et à envoyer les autres... chercher du travail ailleurs.

Cette conception est très inexacte : d'abord parce que les travaux variés d'une même industrie permettent d'utiliser des aptitudes très diverses ; ensuite, parce qu'il ne s'agit pas de substituer la sélection à une absence de sélection, mais une sélection à une autre. Tout ouvrier qui se présente dans un atelier ou sur un chantier, est forcément l'objet d'une sélection. Il doit montrer s'il est ou non capable de faire le travail qu'on attend de lui. Or M. Taylor ne se demande pas tant si l'ouvrier est habile que s'il est capable d'être formé, et, en se posant cette question, il retient certainement des hommes qui eussent été renvoyés par l'ancien mode de recrutement.

Les ouvriers ainsi choisis sont soumis à un entraînement collectif, auquel les promoteurs des méthodes attachent une grande importance. La « tâche » déterminée par les experts, doit être accomplie par tous les ouvriers et tous doivent gagner la « prime », acquise par l'accomplissement de cette tâche. Le contremaître instructeur reçoit lui-même une prime par ouvrier réalisant cette tâche, soit 50 centimes par ouvrier, et une prime plus forte, soit 75 centimes quand tous les ouvriers de son atelier font la « tâche », pour qu'il prenne surtout intérêt à la formation des ouvriers les moins habiles. Il est fort possible que les plus vigoureux ou les plus habiles puissent faire mieux, on ne le leur demande que le jour où l'on peut les occuper à un travail différent.

Le diagramme de la figure 2 emprunté, comme les suivants, à M. Gantt, permet de suivre l'application de la méthode dans une filature. La « tâche » type, déterminée à l'aide d'une étude minutieuse, a été exécutée du premier coup, sans aucune difficulté, par quelques ouvrières habiles placées dans les conditions types les plus favorables, étudiées également avec le plus grand soin. Des ouvrières trop jeunes et ne prenant pas le travail de l'atelier au sérieux n'ont pas cherché à réaliser la « tâche » et sont parties. Mais les autres ont demandé à être admises à gagner le *bonus*, ce qu'on ne leur a laissé faire que quand il a été possible de les placer dans les conditions requises. Le succès a été complet et durable. Le relèvement du niveau physique et moral de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'atelier où cette application a été faite est particulièrement signalé par M. Gantt. Le diagramme de la figure 3 est relatif à un essai dans lequel on a voulu aller trop vite et mettre les ouvrières à la nouvelle « tâche » sans avoir assuré d'une façon convenable les approvisionnements ou le concours des instructeurs. Les ouvrières, qui s'étaient mises au travail avec entrain, n'ont plus cherché à gagner la prime et ont été sur le point de se mettre en grève. Tout est rentré dans la bonne voie quand la préparation a été suffisante.

Le contremaître, que nous retrouvons ici sous forme de contremaître spé-

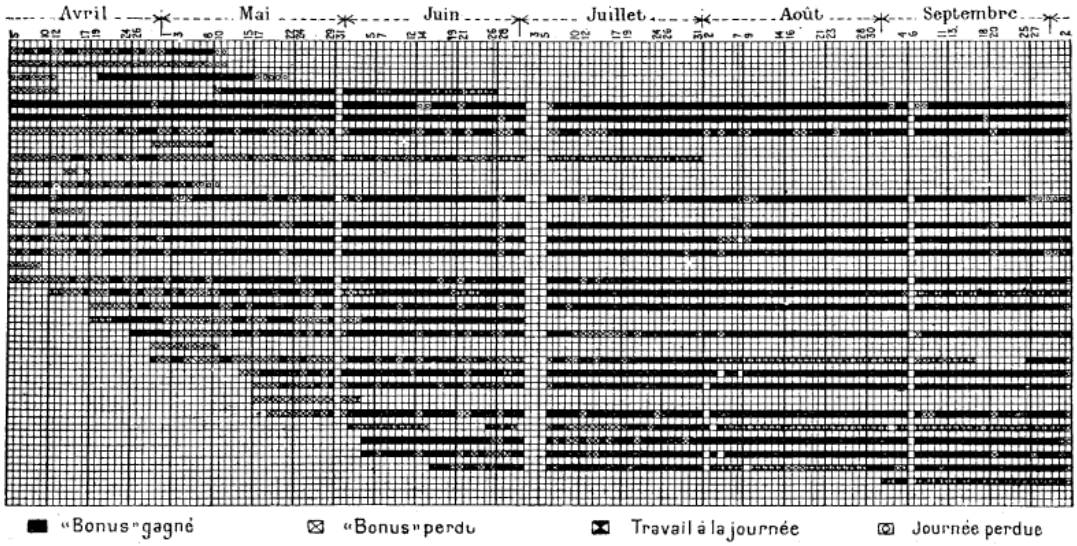


Fig. 2. — Graphique du travail dans l'atelier de bobinage d'une filature, pendant l'application de la « méthode ». *Chaque ligne horizontale concerne une ouvrière.* (D'après M. Gantt.)

cialisé, n'est-il pas privé de la part d'initiative que doit avoir un chef même subalterne? En quoi? Est-ce parce qu'il ne peut plus donner d'instructions au juger? En donnant de pareilles instructions, on ne fait pas usage d'une bien grande initiative. On prend seulement l'habitude d'affirmer ce que l'on ne sait pas, ce qui est d'une utilité au moins contestable.

Cette initiative doit-elle se manifester dans la solution de ces crises d'affolement qui se produisent constamment dans les organisations mal comprises où tout est insuffisamment prévu et où chacun ne sait guère ce qu'il doit faire? Le contremaître doit-il être un homme à poigne? un dompteur? La nouvelle école, qui appelle cela *driving*, y est absolument opposée. C'est l'un des errements du passé qu'elle a le plus à cœur de faire disparaître.

Certains chefs d'atelier emploient une bonne partie de leur temps à imaginer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des systèmes de distribution du travail et à essayer de les faire marcher. En faisant cela, ils ne font pas preuve d'une bien grande initiative et ils perdent leur temps. Quand on veut écrire, on apprend généralement les règles de la grammaire, établies par des spécialistes, et on n'entreprend pas de les découvrir de sa propre initiative. En faisant usage d'un système bien étudié, on peut con-

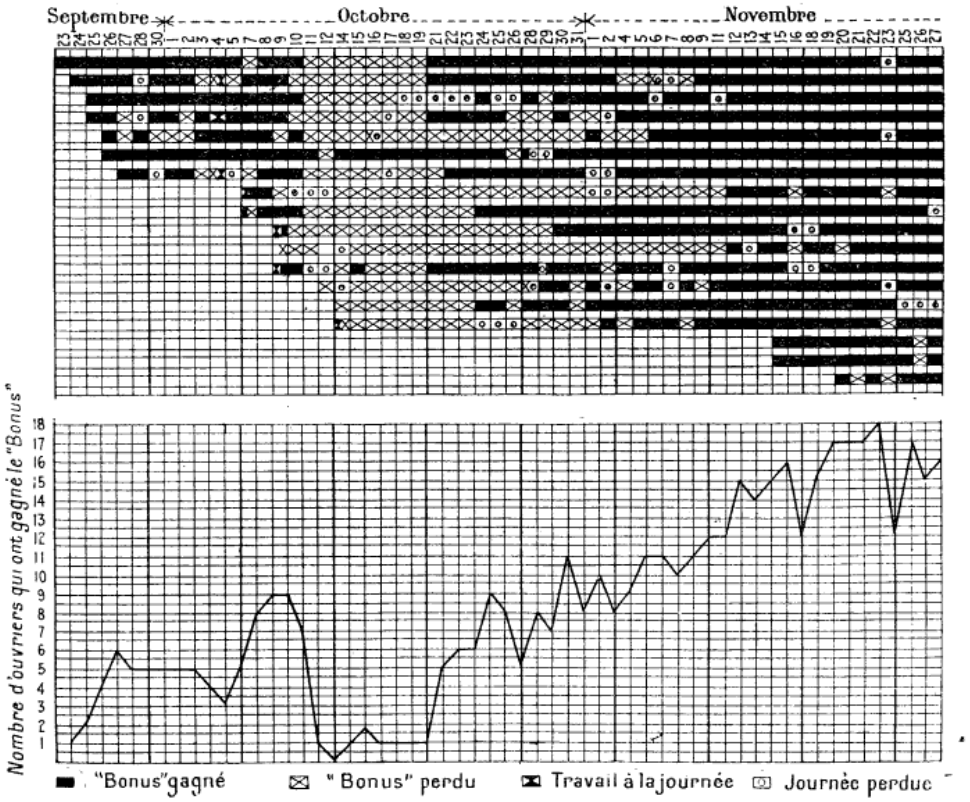


Fig. 3. — Graphique des résultats obtenus par l'application de la « méthode » d'une façon trop précipitée. *Chaque ligne horizontale concerne une ouvrière.* (D'après M. Gantt.)

server la liberté d'esprit nécessaire pour l'étude de l'homme, qui sera toujours capitale pour ceux qui ont la charge d'un atelier.

N'avons-nous pas entendu M. Taylor nous dire qu'en passant sa vie à édifier et à propager les nouvelles méthodes de travail, il avait sacrifié ses goûts naturels qui le portaient à la conception et à l'étude des machines, et que, parfois, il se prenait à regretter de ne pas leur avoir donné carrière dans une plus grande mesure. « Après tout, » dit-il, « il fallait que quelqu'un fît ce que j'ai fait. » Nous devons souhaiter que l'œuvre de M. Taylor profite largement à tout le monde et permette à ceux qui ont le goût de la mécanique de s'y adonner librement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En ce qui concerne le *règlement des salaires*, la nouvelle école tient grand compte des idées admises par les ouvriers dans les différentes régions ou dans les différentes usines et n'entreprend pas de les faire changer.

Le système qui a les préférences de la nouvelle école est le *bonus* ainsi réglé. Le travail est remis à l'ouvrier avec indication du temps dans lequel il doit être fait. Si l'ouvrier se renferme dans ce temps, il reçoit, en plus du salaire à l'heure, une prime de 20 à 30 p. 100 de ce salaire. S'il n'y parvient pas, on lui paie le temps qu'il a passé pour exécuter le travail. Au Tabor, où ce

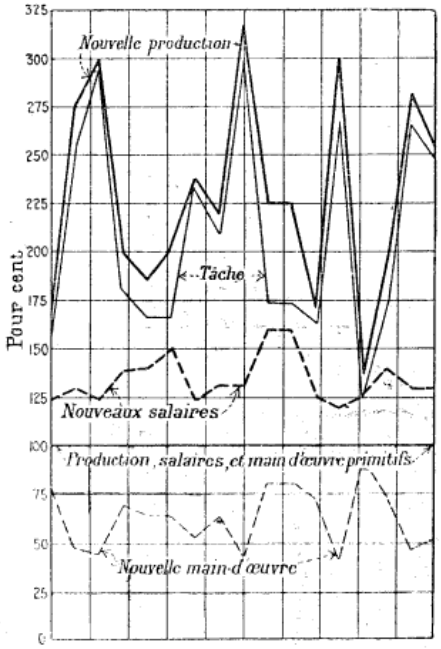


Fig. 4. — Diagramme des résultats obtenus dans un atelier de grosses machines automatiques. *Chaque ligne horizontale concerne une opération.* (D'après M. Gantt.)

système est appliqué, on n'encourage pas beaucoup l'ouvrier à accomplir le travail dans un temps moindre que celui qui est accordé. Dans ce cas on ne lui paye en effet que le temps réellement employé et les 20 p. 100 du temps alloué. On le prévient d'ailleurs que le temps alloué a été calculé pour l'exécution d'un travail très bien fait, et qu'on examinera avec d'autant plus de soin tout travail fait dans un temps moindre, qui sera présumé mal fait. Le *bonus* peut aussi comporter une échelle de prime décroissante ou une échelle décroissante et ascendante.

Dans certaines usines, les ouvriers sont très attachés au travail à la pièce et n'admettent pas que la même pièce puisse être payée à des prix différents suivant les hommes, ou encore, payée moins cher dans certaines circonstances,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même quand le gain de l'homme est plus élevé. La nouvelle école s'en arrange. Elle donne le travail à faire aux pièces avec indication du temps et paie plus cher quand l'ouvrier se renferme dans le temps indiqué. C'est ce qu'on appelle le tarif « haut et bas » employé notamment par la Link Belt.

D'autres ouvriers ne veulent entendre parler ni du travail au *bonus* ni du travail aux pièces. Certains d'entre eux, quand on les met au *bonus*, s'arrangent pour ne pas le gagner, par simple esprit d'opposition. Ils ne veulent travailler qu'à l'heure. C'est le cas pour la région de Cleveland où les ouvriers mécaniciens ne sont certainement pas inférieurs aux autres, sous aucun rapport. Les promoteurs des nouvelles méthodes s'entendent très bien avec eux. On leur remet le travail avec indication du temps dans lequel il doit être fait et, de temps en temps, on fait des relevés pour se rendre compte de la façon dont ils se renferment dans le temps alloué. Quand ils s'y renferment généralement, ce sont de bons ouvriers et on augmente le taux de leur salaire.

La nouvelle école montre donc beaucoup de tact dans ses relations avec les ouvriers.

On pourrait se demander si les grosses augmentations dans la production et dans les salaires dont on a parlé, ne sont pas de nature à troubler les ouvriers? En réalité, les choses se présentent rarement sous cet aspect extrême, du moins dans les constructions mécaniques qui nous intéressent particulièrement. L'ouvrier est souvent le dernier à s'apercevoir du changement qui résulte de l'application de la nouvelle méthode. Il voit son travail distribué plus régulièrement, il reçoit des instructions plus précises sur ce qu'il doit faire, il gagne une bonne journée et voit le travail de l'atelier prendre une grande stabilité. C'est tout ce qu'il demande.

Enfin les ingénieurs de la nouvelle école reconnaissent que l'augmentation du salaire de l'ouvrier doit être consolidée; que la partie fixe, le taux de l'heure, doit être augmentée, et que la partie variable, le *bonus*, ne doit être que l'accessoire.

*
* *

Les syndicats sont très opposés aux méthodes Taylor. L'école de direction scientifique s'adresse à l'ouvrier individuellement et non à la collectivité. Or les syndicats prétendent que les intérêts de l'ouvrier ne peuvent être défendus que par la collectivité représentée par le syndicat. Sur ce point, l'entente paraît assez difficile, car il ne semble pas que le syndicat puisse jamais entrer dans tous les détails au moyen desquels, avec les nouvelles méthodes, on règle le travail de l'ouvrier et on détermine son salaire.

La question des rapports de la nouvelle école avec les syndicats a donné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu à des discussions très vives au sein même de réunions d'adeptes de la méthode Taylor, à Chicago notamment, le 15 février 1913, où le professeur Bertrand Thompson, de l'université de Harvard, l'un des collaborateurs de M. Taylor, a déclaré être absolument partisan de l'intervention des syndicats. « Leur rôle, » dit-il, « maintenant comme avant, est de déterminer et de maintenir un taux minimum de paye et des conditions types d'hygiène dans le travail. La différence est que, dans l'avenir, leurs efforts seront secondés au lieu d'être combattus par ceux qui dirigent et qu'ils auront ainsi une nouvelle obligation : insister auprès de leurs membres pour qu'ils réalisent la journée de travail raisonnable exactement déterminée. »

En Amérique comme ailleurs, les syndicats, du moins en ce qui concerne la mécanique, ne paraissent représenter que les mécontents. Ces mécontents peuvent comprendre de bons ouvriers qui, à un certain moment, ont été pris de travers, mais ils ne représentent certainement pas la mentalité de la grande majorité des ouvriers.

S'il se produisait un revirement tel que les syndicats passent entre les mains des ouvriers les plus capables, le rêve du professeur B. Thompson pourrait être réalisé, mais c'est là une éventualité qui a peu de chances pour se produire.

Les nouvelles méthodes rendent l'entente plus facile entre l'ouvrier et le patron en définissant d'une façon précise l'objet sur lequel on discute, et s'efforcent d'arriver à ce qu'il n'y ait plus d'ouvrier pris de travers, mais tant qu'il y aura des passions, il y aura lutte.

En dehors de ce point, c'est-à-dire en dehors de la tendance à se passer des syndicats, tout ce que les syndicats reprochent à la nouvelle école s'adresse, en réalité, aux procédés de l'industrie moderne, au machinisme, à la spécialisation à outrance. Cette école se trouve en effet en présence du machinisme sur lequel repose toute l'industrie moderne et auquel tous les hommes, à quelque condition qu'ils appartiennent, sont redevables pour toutes les facilités de l'existence. Machinisme qui nous a tellement envahis qu'on peut dire que toute notre vie est machinée, sans que nous nous en portions plus mal. La nouvelle école ne cherche pas à supprimer ce machinisme, mais bien à améliorer la situation de l'ouvrier concourant au travail de la machine. L'homme très spécialisé qui fait un travail très monotone n'est qu'un manœuvre. Il y a un siècle, il n'eût très probablement trouvé d'emploi que dans les travaux de terrassement et, s'il n'est pas très musclé, il n'eût fait qu'un mauvais terrassier. Quel tort fait-on à cet homme en lui donnant un travail qui demande beaucoup moins de force ? S'il prend goût à la conduite des machines et montre de l'intelligence, il pourra, grâce aux nouvelles méthodes, monter en grade. Il se peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même qu'il trouve une bonne situation, dont ne voudrait pas un ouvrier spécialisé tenant, peut-être à tort, à travailler dans sa spécialité.

La nouvelle école réserve, du reste, aux ouvriers habiles des fonctions d'instructeurs ou d'investigateurs qui les tiennent en haleine et les perfectionnent.

Les syndicats rééditent aussi, à propos des méthodes de direction scientifique, leurs protestations contre le surmenage.

Cette question du « surmenage » se présente sous un jour tout différent aux États-Unis et en France, ou même en Europe. Elle n'est envisagée de la même façon, des deux côtés de l'Océan, ni par l'ouvrier ni par le patron. Aux États-Unis, comme ailleurs, l'ouvrier ne se surmène que quand il y est poussé par un motif puissant : la dure nécessité ou l'appât du gain. En France, on a cité des cas de surmenage pour des travaux d'aiguille, mais ce n'est pas le point qui fait ordinairement l'objet des revendications des hommes employés dans l'industrie. En Angleterre, les chantiers de construction de navires constatent que plus les ouvriers gagnent par heure, plus ils réduisent le nombre des heures de travail. En Amérique, il ne semble pas qu'il en soit ainsi : l'ouvrier se contente moins facilement de ce qu'il gagne et, de plus, est très ambitieux. Comme nous l'avons dit plus haut, il fait volontiers un gros effort pour changer sa situation.

Du côté du patron, on constate en France une *certaine répugnance à user les outils*. En Amérique, c'est tout le contraire. Le patron considère que l'usure des outils donne la mesure de l'activité de l'atelier et il ne s'en plaint pas. Il s'en sert même comme d'un moyen de contrôle. Mais le patron américain fait aussi établir des feuilles de rendement qu'il consulte constamment, demandant à chaque département pourquoi il ne produit pas autant que son voisin, ou pourquoi sa production n'est pas en augmentation, sans s'inquiéter le moins du monde des moyens qu'on emploiera pour produire davantage. Le contremaître, pour donner satisfaction, pousse ses hommes par tous les moyens et les éreinte. Mais rien n'est plus contraire aux principes de la nouvelle école que ces contrôles purement statistiques qui se désintéressent complètement de l'étude minutieuse du travail, sans laquelle il n'y a pas d'entente possible.

Enfin les syndicats préconisent la *restriction de la production*, principe dont les faits montrent toute la fausseté et qui répugne au tempérament américain plus encore qu'à tout autre.

*
* *

L'école Taylor au contraire a pris pour devise : *donner un salaire élevé à l'ouvrier pour obtenir un prix de revient réduit*. Cette formule, dont la vérité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est plus à démontrer aux États-Unis, contient le principe de l'élargissement des marchés et du développement de l'industrie. Elle comporte l'amélioration du bien-être général, en donnant à l'ouvrier une place privilégiée et en apaisant par conséquent la lutte entre le travail et le capital. C'est l'*expansion* féconde et généreuse, opposée à la stérile et parcimonieuse *restriction*. Cette devise a attiré l'attention des hommes d'État américains et assigné à la nouvelle école une place de premier ordre dans le mouvement économique qui se déroule actuellement aux États-Unis, caractérisé par la *lutte contre le gaspillage*, la *lutte contre les trusts*, la *lutte pour la réduction des tarifs douaniers*, auxquelles les présidents Roosevelt, Taft, Woodrow Wilson ont attaché leurs noms.

M. William C. Redfield, ministre du Commerce actuel des États-Unis, dans un très remarquable ouvrage : *The new industrial Day*, écrit pendant la discussion de la nouvelle loi sur les tarifs douaniers, fait ressortir les avantages que les États-Unis retirent déjà du bon rendement du travail très bien payé de l'ouvrier américain. La bonne utilisation qui est faite de ce travail, qu'on pourrait croire coûteux, permet d'obtenir un prix de revient inférieur à celui qui résulte de l'emploi, dans d'autres pays, d'une main-d'œuvre moins rétribuée.

Tout récemment encore, les journaux anglais signalaient que les chantiers de la Clyde avaient dû placer une commande de 4000 tonnes d'écrous et de boulons aux États-Unis, parce que les Américains, grâce à la bonne utilisation de leur main-d'œuvre, les livraient au même prix, mais dans la moitié moins de temps que les Anglais. Cette bonne utilisation d'un travail bien rétribué, a permis aux exportations des produits manufacturés des États-Unis d'atteindre le chiffre de 5 milliards de francs, soit 45 p. 100 des exportations de ce pays, chiffre qui peut soutenir la comparaison avec le chiffre des exportations des produits manufacturés de l'Allemagne et même celui de l'Angleterre qui est de 7 500 000 000 francs.

M. Redfield estime que l'emploi des nouvelles méthodes accentuera certainement ce mouvement et que leurs promoteurs, en formulant pour la première fois le principe du *salaire élevé pour obtenir un prix de revient réduit*, en prouvant son exactitude, et en montrant son importance, ont marqué une date dans l'évolulion du progrès industriel.

*
* *

En résumé, les méthodes créées par M. Taylor sont certainement caractérisées par une collaboration intelligente du dirigeant au travail de l'ouvrier. Bien loin de diminuer ce dernier, elles le développent, comme elles développent aussi le chef qui entre dans la voie nouvelle, et ces méthodes ne peuvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que concourir au bien-être des uns et des autres, et à la prospérité générale.

On peut bien dire aussi qu'elles réalisent une application de la méthode scientifique à l'industrie, car elles sont basées sur une foi absolue dans le déterminisme, des observations méthodiques accompagnées de mesures précises, et, enfin, par un esprit de déduction, de généralisation et d'expansion.

Le « chronométrage », en tant que méthode d'étude du travail, présente un caractère de nouveauté très réel. M. Taylor l'a découvert et en a compris l'importance au cours de ses remarquables travaux sur la taille des métaux. Aucun procédé semblable n'était alors en usage dans l'industrie. Les critiques et même les sarcasmes dont M. Taylor a été accablé, le prouvent surabondamment. Et quand, après le succès, on a commencé à chercher des antériorités, on a reconnu que les idées de M. Taylor recevaient d'avance la plus complète approbation d'hommes de génie tels que Vauban, Bélidor, Perronet, Coulomb, Poncelet (1). Ces ancêtres des ingénieurs modernes ont eu, en effet, une conception plus ou moins nette du parti qu'on pouvait tirer du chronométrage du travail, au profit de l'ouvrier et de celui qui le dirige, et pourraient nous reprocher d'avoir laissé tomber leurs idées dans l'oubli le plus complet.

Enfin, aux principes économiques de *la division du travail* formulés par Adam Smith et Charles Babbage, au principe de *la transmission de l'habileté de l'inventeur à celui qui utilise son invention*, formulé aussi par les économistes, M. Taylor est venu ajouter le principe de *la collaboration intime de la direction au travail de l'ouvrier* qui n'avait pas été formulé avant lui.

Nous avons vu, en France, l'étude scientifique de la construction des ponts donner naissance à un mouvement énorme dans l'application des connaissances scientifiques : fondation de l'École des Ponts et Chaussées en 1767, fondation de l'École polytechnique en 1794, fondation des grandes écoles industrielles procédant, en somme, du même esprit. Tout le monde connaît le rôle considérable que l'ingénieur fonctionnaire, administrateur, issu des premières de ces écoles, a joué dans la vie du pays.

Les travaux de M. Taylor donneront peut-être naissance à un mouvement encore plus considérable. M. Taylor s'est attaché d'abord au domaine industriel, à l'atelier, et a abordé résolument la question de la juste rétribution de l'ouvrier. Mais les pouvoirs publics ont compris tout le parti qu'ils pouvaient tirer de son concours et l'ingénieur animé du véritable esprit de la science industrielle sera sans doute l'arbitre des discussions les plus importantes du vingtième siècle.

CH. DE FRÉMINVILLE.

(1) Voir *la Technique moderne* du 1er novembre 1913 : *A propos du Système Taylor*, par M. CH. FREMONT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ORGANISATION DU TRAVAIL

LE SYSTÈME TAYLOR

L'essor magnifique de l'industrie pendant le siècle écoulé est dû à l'intervention de deux facteurs : le développement des *sciences expérimentales* qui, en nous donnant une connaissance plus complète des propriétés de la matière, ont permis une meilleure utilisation des richesses naturelles : l'emploi des *machines* qui, en centuplant la force humaine, ont augmenté dans une même proportion la quantité des produits manufacturés offerts à notre consommation.

Un troisième facteur tend aujourd'hui à prendre une place de plus en plus grande : l'*organisation méthodique du travail.* En supprimant les temps perdus, les efforts inutiles, souvent même les chocs désastreux, cette organisation augmente à la fois la puissance productrice de la science et celle des machines. De toutes parts les efforts se multiplient ; mais, comme pour les machines, c'est encore l'Amérique qui marche en tête du progrès. Aux États-Unis, de nombreux ingénieurs s'intitulant « efficiency engineers » offrent leurs services pour améliorer le fonctionnement de toutes les usines. Beaucoup d'entre eux possèdent une réelle expérience et quelques-uns ont rendu des services incontestés à l'industrie. La plupart, cependant, se contentent de combattre des erreurs de détail, sans posséder une méthode de travail bien arrêtée. Un seul d'entre eux, F. Taylor, a préconisé un système général comportant une philosophie précise, le *scientific management;* c'est celui dont il sera question dans cet article.

L'opportunité d'une nouvelle étude sur le système Taylor pourra sembler discutable aux lecteurs de quelques-uns des cinq cents volumes ou articles parus sur ce sujet depuis quatre ou cinq ans. Tout n'a-t-il pas été dit? Je dois justifier une nouvelle intervention de ma part.

L'Américain a par tempérament la passion de l'action, mais aussi le mépris du bavardage. Il lui suffit de faire œuvre utile ; à quoi bon perdre son temps à expliquer par le détail le résultat de ses efforts? Ce dédain des préoccupations littéraires donne parfois beaucoup d'obscurité à des œuvres d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importance capitale. Un éminent savant, Josiah Williard Gibbs, admiré aujourd'hui dans le monde entier à l'égal des Newton, Pascal, Huygens, Fresnel, vit pendant quinze ans ses découvertes géniales entièrement méconnues. Le fondateur de la mécanique chimique resta ignoré, jusqu'au jour où des Européens, après avoir défriché à nouveau le même terrain, comprirent enfin son œuvre et donnèrent l'interprétation des formules mathématiques qu'il avait alignées sans aucun art, dans son mémoire capital sur *l'équilibre des systèmes hétérogènes*.

De même les publications de F. W. Taylor sont restées longtemps incomprises et le travail nécessaire de commentateur n'est pas épuisé. Il semble possible de donner encore à leur endroit quelques aperçus nouveaux : c'est le but de cet article. Je voudrais expliquer le plus clairement possible les idées fondamentales de F. W. Taylor, comme je l'ai fait autrefois pour celles de J. W. Gibbs.

L'importance du système Taylor a été longtemps méconnue ; on y vit d'abord un simple système de primes visant à stimuler l'activité des ouvriers ; plus récemment on s'est efforcé de le réduire au chronométrage, procédé de mesure depuis longtemps connu d'ailleurs et constamment employé dans les usines. S'il fallait tenir pour exacts ces points de vue particuliers, rien ne justifierait le bruit fait autour de l'*organisation scientifique du travail*, ce serait là un système dépourvu de nouveauté et médiocrement intéressant. Mais alors, comment expliquer le mouvement d'opinion créé aujourd'hui par les disciples de Taylor ; le président Wilson a choisi plusieurs de ses ministres parmi les partisans les plus avoués des nouvelles doctrines ; le maire de Philadelphie, M. Blankenburg, vient de charger F. W. Taylor de désigner le directeur des travaux publics de sa ville ; les journaux, les revues techniques, sont remplis d'articles prônant ou attaquant l'application du « scientific management » au fonctionnement des arsenaux de l'État ou des grandes Compagnies de chemins de fer ; le Sénat américain a fait ouvrir sur ce sujet des enquêtes très étendues. En Europe, l'agitation commence à prendre des proportions semblables : de nombreuses usines essayent d'appliquer le nouveau système et des ingénieurs vont étudier aux États-Unis sous la direction de F. Taylor. L'importance des idées du grand ingénieur américain ne saurait donc être contestée.

En quoi consiste donc cette nouvelle orientation industrielle ?

A mon avis, le système Taylor tourne autour de deux idées fondamentales très simples à comprendre, mais plus difficiles à appliquer :

1° *L'étude de tous les problèmes industriels peut et doit être faite à l'usine par les méthodes de la science expérimentale la plus précise ;*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *L'application de cette méthode scientifique à l'étude psychologique des hommes conduit à certaines règles nouvelles pour l'organisation du travail dans les usines, en particulier au travail à tâche fixe.*

Science expérimentale. — La science, telle qu'elle a été définie par Taine, par Claude Bernard, repose essentiellement sur la notion du *déterminisme :* tous les phénomènes naturels sont reliés les uns aux autres par des relations nécessaires, des *lois ;* chacun d'eux est fonction d'un certain nombre de variables indépendantes, de *facteurs.* Les phénomènes industriels, le prix de revient ou le bénéfice de chaque opération sont dans le même cas. La science expérimentale appliquée à leur étude consiste à faire dans chaque cas particulier l'*énumération* complète des facteurs en jeu, puis à déterminer par des mesures précises la variation du phénomène étudié en *fonction* des variations de chacun de ses facteurs.

Dans toute industrie, bien entendu, on s'est de tout temps préoccupé de connaître ces relations, sans lesquelles il n'y aurait pas de fabrication possible. Le métallurgiste savait que la dureté de l'acier trempé dépendait de la température de chauffage et de la rapidité du refroidissement. Mais pendant longtemps on s'est contenté pour ces études d'appréciations au pouce et à l'œil, sans aucune mesure exacte ; depuis une dizaine d'années seulement, on a commencé sur la trempe de l'acier des recherches expérimentales, nombreuses et très précises. Il en va de même dans toutes les industries ; la plupart des observations indispensables continuent à se faire au pouce et à l'œil ; on en précise seulement quelques-unes de temps en temps.

Le système Taylor consiste simplement à remplacer brusquement toutes les observations au pouce et à l'œil, faites ainsi dans les usines, par des mesures expérimentales précises. Il réaliserait ainsi instantanément une transformation qui, au train dont les choses marchaient antérieurement, aurait encore demandé un siècle avant de s'achever complètement.

Les avantages de la méthode expérimentale scientifique sont évidents ; mais ne coûtent-ils pas trop cher ; rapportent-ils, comme abaissement du prix de revient et comme amélioration de la qualité, plus qu'ils ne coûtent ? F. Taylor l'affirme et donne à l'appui de ses dires des exemples saisissants. Il serait arrivé à doubler et même parfois à tripler le rendement de chaque ouvrier. Ces faits sont-ils exacts? C'est là aujourd'hui le nœud de la question.

La recherche qualitative des facteurs d'un phénomène donné est une opération relativement simple ou, plus exactement, peu dispendieuse à exécuter. Pour y voir clair, il faut de l'esprit d'observation, du jugement, mais il n'y a pas besoin d'appareils compliqués, de main-d'œuvre coûteuse. Au contraire, le dernier échelon de la recherche scientifique : la détermination de la forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des fonctions et de la grandeur de leurs paramètres, nécessite des études longues, difficiles et coûteuses.

Il faut avant tout savoir mesurer la grandeur des phénomènes étudiés, par exemple, les propriétés mécaniques d'un acier, la dépense d'énergie d'un laminoir, puis suivre au moyen de mesures très nombreuses les variations de cette grandeur en fonction de la variation de ses différents facteurs et, par suite, savoir aussi mesurer la grandeur de ces derniers. De plus, toutes ces mesures doivent être réalisées avec le minimum de dépense, c'est-à-dire avec des moyens d'action très restreints, tout en obtenant le degré d'exactitude nécessaire et en sachant se rendre compte de la précision réellement obtenue. Faute de cette dernière condition, on s'exposerait à tirer de ses mesures des conclusions tout à fait erronées. C'est donc là un problème assez différent de celui des laboratoires scientifiques, pour la plupart richement dotés en appareils et en personnel.

F. Taylor a appliqué cette méthode expérimentale à un grand nombre de cas particuliers, se contentant toujours pour ses mesures de dispositifs expérimentaux très simples.

Dans l'étude du pelletage, il mesure les charges isolées lancées par l'ouvrier, les distances de projection, la durée de chaque opération et subdivision d'opération : remplissage de la pelle, lancement, ramenée en arrière, puis repos. Il est arrivé ainsi à établir les conditions de travail les plus économiques. Un bon ouvrier produit sans se surmener le maximum de travail en employant une pelle portant une charge de 9 kg. Les variations en plus ou en moins, suivant la force des ouvriers, s'élèvent à 2 kg.

Dans ses études sur les poulies, il mesure la tension des deux brins montant et descendant, la vitesse de la courroie, son coefficient de frottement sur la poulie, son allongement en service, la durée des temps d'arrêt occasionnés par des chutes de courroie, etc. Il trouve ainsi pour les conditions les plus avantageuses de l'emploi des courroies de transmission : 1° une tension initiale pour chaque brin de 14 kg/cm^2; 2° un effort transmis en marche à la jante de la poulie de 6 kg/cm^2 de courroie; 3° une vitesse de la courroie de 20 m/s.

Dans la taille des métaux, il mesure le poids des copeaux enlevés, la vitesse de rotation de la pièce, l'effort exercé sur l'outil, les angles des différentes faces de l'outil entre elles et avec la surface de la pièce taillée, la composition chimique des outils, la température de trempe, etc. Il arrive ainsi à cette conclusion nouvelle : le travail le plus économique correspond à une usure de l'outil en une heure et demie et cette usure correspond, pour un outil en acier rapide travaillant sur acier ordinaire mi-dur, à une vitesse de coupe de 25 m/min, soit 0,40 m/s; pour un outil en acier au carbone, à 5 m/min soit 0,08 m/s.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces quelques lignes, bien entendu, sont tout à fait insuffisantes pour donner une idée même très lointaine de l'importance des recherches expérimentales ainsi poursuivies par Taylor ; par exemple, les dernières expériences relatives au travail des métaux ont duré vingt-cinq ans et ont coûté un million de francs.

Les disciples de Taylor procèdent exactement comme leur maître. Pour mieux faire comprendre cette méthode expérimentale, nous allons analyser, avec quelques détails, une étude sur la fusion de la fonte au cubilot, faite par J. J. Porter.

Le but de ses recherches était de déterminer :

1° Les meilleurs *résultats* que peut donner un bon cubilot ;

2° Les *dispositions* du cubilot nécessaires pour obtenir ce résultat ;

3° Le mode d'emploi du cubilot, c'est-à-dire le *travail* exigé des ouvriers fondeurs.

1° *Résultats.* — La première étape d'une semblable étude est l'énumération des qualités demandées à la fonte prise à la sortie du cubilot, puis le choix des méthodes de *mesure* convenables pour l'étude de ces qualités et enfin la détermination des *facteurs* de chacune de ces qualités.

Voici les qualités cherchées :

a) Le métal moulé et refroidi doit être *doux* et *tenace*

Cette double qualité se mesure par un essai de rupture au choc sur un barreau de section carrée.

Cette qualité dépend avant tout de la composition chimique de la fonte brute passée au cubilot et non du fonctionnement de ce dernier appareil. C'est donc là un point en dehors de l'étude actuelle, limitée au seul appareil de fusion, le cubilot.

b) La *fluidité* du métal fondu est une qualité indispensable pour obtenir des moulages sains, où tous les détails du moule soient bien remplis.

Pour mesurer cette propriété, l'auteur emploie un moule pour baguette cylindrique, long et très mince, dans lequel il verse la fonte à étudier; il mesure ensuite, après démoulage, la longueur de la baguette obtenue ; cette longueur croît avec la fluidité du métal. Il indique, dans son mémoire, une longueur de 0,75 m pour une bonne fonte, mais il a négligé d'indiquer les dimensions transversales du moule qui jouent évidemment un rôle prépondérant en réglant la vitesse de refroidissement.

Les facteurs de cette fluidité sont d'une part la *température* et d'autre part la *teneur en carbone* du métal. Cette dernière est toujours convenable dans la fonte brute employée, mais si le cubilot fonctionne mal, le carbone peut se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brûler en partie et donner un métal pâteux. Cet inconvénient se produit quand le métal solide arrive dans la zone oxydante qui règne devant les tuyères. Le métal doit être complètement fondu à 0,25 m au-dessus de ces dernières. Les gouttelettes liquides traversent alors assez rapidement la zone oxydante pour ne pas s'altérer.

La température du métal dépend de nombreux facteurs, poids de coke brûlé, formation plus ou moins grande d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone; hauteur du cubilot, dont dépend l'échauffement progressif du métal solide; faible profondeur du creuset où le métal se refroidit, etc.

c) La *rapidité de fusion* de la fonte est très importante pour l'obtention de grosses pièces; elle a, d'autre part, l'avantage de retenir moins longtemps les ouvriers inoccupés devant leurs moules.

La mesure de cette qualité est donnée par le poids de fonte passée au cubilot en un temps donné.

Cette rapidité dépend de la *section* du cubilot et du *poids de fonte produit par mètre carré*. Ce dernier dépend du volume d'air soufflé dans l'unité de temps. On est donc maître de la rapidité de fusion, au moins en théorie, puisqu'il suffit d'augmenter la pression de vent; mais une allure exagérée augmente la consommation de combustible par tonne de fonte. D'après M. J. J. Porter la meilleure allure correspondrait à 150 kg de métal fondus par mètre carré et par minute. Dans la plupart des usines américaines étudiées par l'auteur, ce chiffre n'est pas atteint, il descend parfois jusqu'à 50 kg.

d) L'*économie* de combustible est la quatrième et dernière qualité à demander à un cubilot bien construit et bien conduit. Avec un coke à 90 p. 100 de carbone réel, la consommation de combustible doit être de 9 p. 100 du poids du métal fondu, non compris le poids du charbon d'allumage. Dans les usines américaines étudiées, ce chiffre est toujours dépassé et la consommation de combustible s'est parfois élevée à 30 p. 100 du poids du métal.

2° *Dispositions du cubilot*. — Pour obtenir les résultats normaux indiqués précédemment, il a fallu déterminer les dimensions et dispositions de cubilot les plus convenables. Cette étude expérimentale eût été très coûteuse et très longue s'il avait fallu construire de nombreux cubilots différents l'un de l'autre par un seul élément, comme le veut la méthode scientifique rigoureuse. M. J. J. Porter a réduit la portion expérimentale de son travail, en le faisant précéder d'observations portant sur 25 types de cubilots existant dans différentes usines américaines où il lui fut possible de relever toutes les conditions du fonctionnement. Il acheva de déterminer les points restés douteux par une étude réellement expérimentale effectuée sur des cubilots de petites dimensions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a) La *section totale des tuyères* doit dans les cubilots voisins de 1 m de diamètre être le 1/5 de la section du cubilot relevée au niveau de la zone de fusion. Ce rapport décroît un peu quand le diamètre augmente. De ce rapport combiné avec le volume d'air soufflé on peut déduire la pression à donner au vent. La grandeur et la position de la zone oxydante dépend avant tout de cette pression.

Dans les cubilots des usines étudiées, le rapport en question variait de 1/3 à 1/15.

b) La *profondeur du fond du creuset* au-dessous du rang inférieur de tuyères doit être de 0,30 m. Une trop grande hauteur refroidit le métal, diminue par suite la fluidité et augmente en même temps la quantité de combustible placée au-dessous des tuyères, qui échappe à la combustion.

Dans les usines étudiées, cette profondeur variait de 0,05 m à 0,60 m.

c) La *hauteur de la porte de chargement*, au-dessus du niveau des tuyères, doit être de 4,50 m pour permettre un échauffement convenable de la fonte solide et assurer sa fusion au-dessus du niveau des tuyères.

Dans les usines étudiées, cette hauteur variait de 2 m à 4,50 m.

3° Le *travail de l'ouvrier* ne peut agir finalement que sur un petit nombre de variables, dont deux seulement ont une influence notable sur le résultat.

a) La *quantité d'air soufflé* doit être de 120 kg par mètre carré de section et par minute, ce qui correspond à une combustion de 15 kg de coke à 90 p. 100 de carbone, en admettant une consommation de 8 kg d'air par kilogramme de carbone. La combustion totale pour oxyde de carbone exige 5,2 kg d'air et celle pour gaz carbonique 10,4 kg; on obtient le chiffre intermédiaire de 8 en se conformant, pour la construction et la conduite de l'appareil, aux indications données ici.

Dans les cubilots des usines étudiées, le poids d'air consommé, par kilogramme de carbone, variait de 6 à 9,5 kg.

Pour régler la quantité d'air soufflé ainsi dans l'unité de temps, l'auteur installe à poste fixe dans une des tuyères, un petit tube de Pitot relié à un manomètre. L'ouvrier doit régler son vent de façon à maintenir invariable la hauteur du manomètre.

b) Le *rapport du poids du coke* à celui de la fonte chargée doit être maintenu rigoureusement invariable pendant toute la durée de l'opération. Il ne suffit pas de peser le poids total de fonte et celui de coke employés, du commencement à la fin de l'opération; il faut faire ces pesées pour chaque charge partielle. Si les conditions indiquées précédemment ont été réalisées, on peut fixer cette charge de coke à 9 kg par 100 kg de fonte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les usines étudiées la consommation de combustible variait de 9 à 25 p. 100.

Cet exemple du cubilot, qui est un appareil relativement simple, convient bien pour montrer le grand nombre des facteurs à prendre en considération et à mesurer dans chaque opération industrielle, quand on veut appliquer la méthode scientifique de Taylor.

Chronométrage. — L'une des méthodes de mesure systématiquement

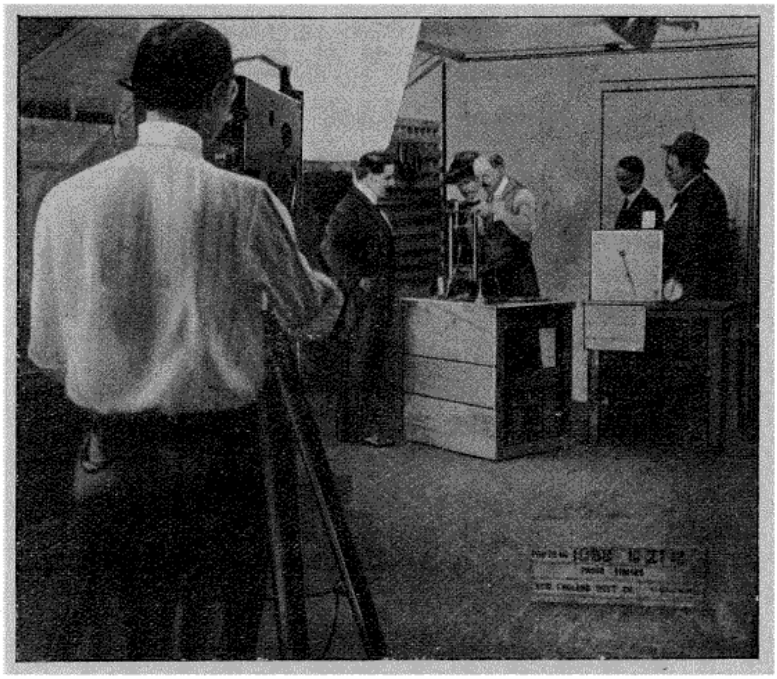


Fig. 1. — Vues cinématographiques.

employées par Taylor et avant lui, d'ailleurs, par d'autres expérimentateurs, le *chronométrage*, est devenue particulièrement célèbre en raison des critiques passionnées formulées à son égard par les syndicats ouvriers américains et reprises depuis par nos syndicats ouvriers français.

Le temps est un des facteurs essentiels du prix de revient de toute opération industrielle, mais pas le seul ; il faut donc le mesurer comme les autres facteurs, d'où le chronométrage (χρόνος = temps et μέτρον = mesure). Le chronométrage occupe cependant dans le système Taylor une place supérieure à celle des autres procédés de mesure, en raison de son double rôle : il sert d'abord aux études expérimentales, mais il est encore la base nécessaire du paiement des ouvriers à la tâche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une nouvelle forme de chronométrage retient en ce moment l'attention en raison de nombreux articles publiés dans les revues américaines, c'est l'application du cinématographe (fig. 1) à l'analyse des mouvements très rapides des ouvriers, qui échapperaient à l'observation faite à la vue simple. M. Frank Gilbreth s'est fait l'apôtre enthousiaste de cette nouvelle méthode et en a donné des applications curieuses. Il place à côté de l'ouvrier deux horloges (fig. 2) avec de grands cadrans sur chacun desquels se déplace une seule aiguille, l'une fait un tour en une minute et l'autre un tour en 1/10 de minute; parfois on

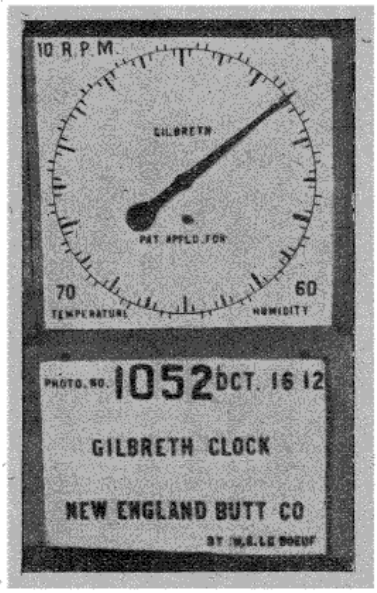


Fig. 2. — Horloge pour le chronométrage cinématographique.

ajoute un troisième cadran où l'aiguille fait son tour en 10 minutes; on a ainsi, sur chacune des petites photographies du film cinématographique (fig. 3), l'heure avec une précision du 1/1000 de minute, c'est-à-dire du 1/15 de seconde. On peut par la comparaison des photographies successives mesurer avec une très grande exactitude la durée de chacun des mouvements de l'ouvrier. On reconnaît ainsi les mouvements inutiles ou les mouvements trop lents qui peuvent être accélérés; on se rend compte en même temps des difficultés du travail qui pourraient être levées par l'adjonction de tel ou tel dispositif mécanique. Cette méthode a été particulièrement appliquée par M. Aldrich aux usines de la Butt Co. pour décomposer le travail du montage de différentes machines. Les résultats obtenus auraient été, au dire des inventeurs de la méthode, particulièrement avantageux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur plusieurs photographies on voit, contre le mur, un grand casier vertical (fig. 4), qui joue un rôle important dans le montage des machines. Toutes les pièces à réunir ensemble sont placées dans ces casiers suivant l'ordre même où elles doivent être employées, de sorte que l'ouvrier les prend chacune à leur tour, sans même avoir à regarder son casier. C'est l'exemple d'un dispositif, d'un montage qui économise le temps de l'ouvrier.

Méthode expérimentale de Taylor. — Les caractéristiques de la méthode

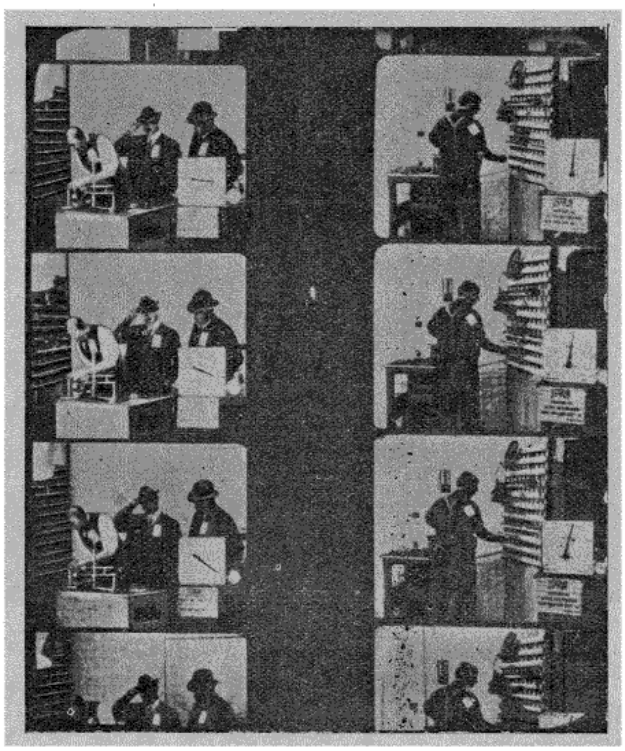


Fig. 3. — Film cinématographique.

expérimentale de Taylor, qui au fond ne diffèrent pas de celles de la méthode scientifique proprement dite, sont les suivantes :

1° *Appliquer la méthode expérimentale à tous les problèmes de l'usine sans aucune exception.* Il ne faut pas se contenter de choisir quelques problèmes plus intéressants ou plus faciles à étudier. Conduire scientifiquement une usine, n'est pas la même chose que faire de la science en dilettante. Les recherches de sir Lothian Bell sur le haut fourneau, celles de Regnault sur la distillation de la houille, ont certainement été très intéressantes et ont présenté un carac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tère scientifique remarquable. Cela ne veut pas dire pour cela que les Forges de Middlesbrough ou les usines de la Compagnie parisienne du Gaz aient jamais été dirigées suivant les règles du scientific management.

2° *Envisager tous les facteurs de chaque opération sans en négliger aucun.* — C'est là un point capital de la méthode scientifique. Il est d'ailleurs presque toujours négligé dans les usines. On cherche à aller au plus pressé et parfois

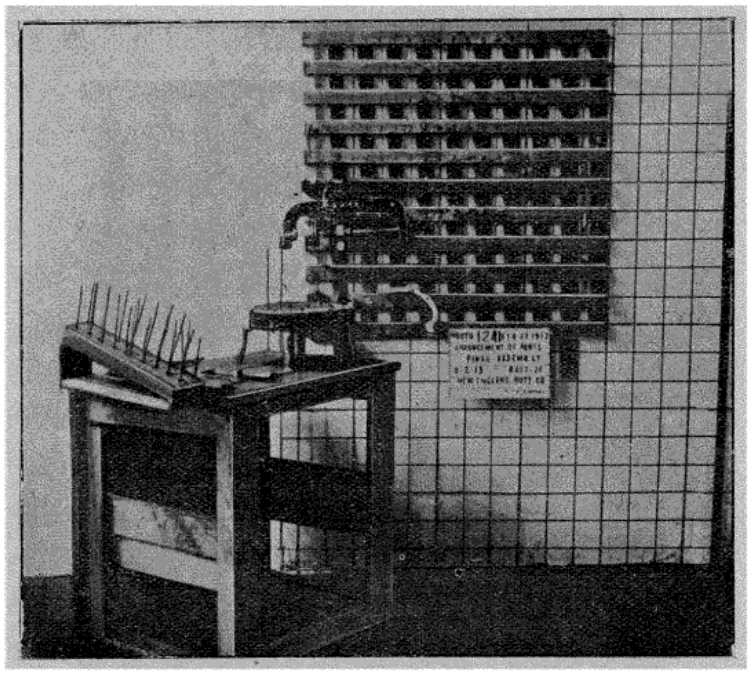


Fig. 4. — Casier pour le montage des machines.

on néglige ainsi le côté le plus important de la question étudiée, faute d'y avoir apporté l'attention voulue.

Cette énumération complète des facteurs est une des préoccupations dominantes de Taylor. Quelques citations suffiront à le montrer.

Au début de son ouvrage sur la taille des métaux :

« Le problème qui se posait à nous peut être brièvement défini, une soigneuse étude de l'influence de chacune des douze variables suivantes sur le choix de la vitesse de coupe de l'outil :

1° Nature du métal travaillé ;

2° Diamètre de la pièce ;

3° Profondeur de coupe, etc., etc. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans son étude sur les courroies, même préoccupation.

« Il est bon de passer en revue les divers éléments qui affectent principalement la durée et la marche satisfaisante des courroies. Ce sont les neuf suivantes :

1° Matière première de la courroie ;

2° Mode d'attache des courroies ;

3° Régularité du graissage, etc., etc. »

Même énumération quand il s'agit non plus des machines, mais des hommes. Voici les facteurs de la valeur d'un bon directeur d'usine.

« Les neuf qualités qui font un homme suffisamment universel sont :

1° L'intelligence ;

2° Le jugement ;

3° Le tact, etc., etc. »

Il analyse de même les organisations composés de groupes d'hommes. Le bureau de fabrication aura dix-sept attributions distinctes.

Cette énumération complète des conditions déterminantes de n'importe quel phénomène est pour Taylor d'une importance capitale. Il le dit et le répète maintes fois. Dans son ouvrage sur la direction des ateliers, il fait la recommandation suivante aux jeunes ingénieurs chargés de l'organisation scientifique du travail dans une usine :

« La faute que commettent ordinairement les débutants est de ne pas enregistrer avec les détails suffisants les diverses conditions relatives au travail. On ne se rend pas compte *a priori* que tout le travail de l'observateur devient inutile, s'il existe le moindre doute sur une seule de ces conditions : par exemple le nom de l'ouvrier ou des ouvriers employés, la description de tous les accessoires, même peu importants, tels que diamètre et longueur des boulons, etc. »

C'est peut être sur ce point qu'existe la plus grande différence entre la méthode de F. Taylor et celle des autres ingénieurs. Dans toute usine désireuse de progresser, on fait journellement des expériences et même parfois des mesures. Un exemple particulier, celui des courroies, suffira pour éclairer la divergence des méthodes. Avant Taylor, on avait déjà fait de nombreuses expériences sur les courroies ; on avait, en particulier, mesuré leur ténacité et conclu de ces mesures à la possibilité de leur donner une tension initiale et une force d'entraînement bien supérieures à celles que préconise Taylor. La ténacité est certainement un facteur du fonctionnement des courroies, mais ce n'est pas le seul, ni même le plus important. Après avoir chiffré les vitesses des courroies, la fréquence des graissages, le nombre des chutes de courroie, la durée des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arrêts occasionnés ainsi dans le travail de l'atelier, Taylor a pu définir exactement les conditions de travail *les plus économiques* et donner ainsi la solution scientifique complète du problème posé. Ses prédécesseurs, traitant cette question de *science industrielle* comme un problème de *science pure*, avaient envisagé seulement une des faces du problème.

On avait de même fait, avant Taylor, des recherches multiples sur la taille des métaux. Se préoccupant avant tout de la conservation des outils, on adoptait des allures très lentes, de façon à permettre à l'outil de travailler le plus longtemps possible. En envisageant au contraire, toutes les faces du problème, et en évaluant, par des mesures précises, l'importance relative de chacune d'elles, F. Taylor a montré, comme nous l'avons indiqué plus haut, que l'*économie maxima* correspondait à une usure de l'outil en une heure et demie.

3° *Ne faire varier dans les expériences qu'un seul facteur à la fois.* — La prétendue rapidité que l'on escompte en variant à la fois un grand nombre de conditions d'un problème étudié, dans l'espoir de tomber plus vite sur la meilleure combinaison de ces variables est un simple leurre. Cette pratique est la négation de la véritable méthode scientifique, car c'est compter sur la chance, sur le hasard. F. Taylor s'astreint au contraire à maintenir invariable la grandeur de tous les facteurs sauf un, et cela a été, déclare-t-il, le point le plus difficile de ses recherches :

« L'art d'expérimenter doit être défini comme la détermination de l'effet produit par la variation d'un élément, tous les autres restant constants.

« C'est la nécessité de maintenir ces variables constantes qui rend si difficiles ces expériences, si considérables et si coûteux les appareils et les pièces de forge servant aux essais et qui absorbent peut-être les quatre cinquièmes du temps de l'expérimentateur. Il a fallu fréquemment, dans notre travail, des journées, parfois des semaines pour préparer une expérience qui, une fois obtenue l'uniformité de tous les éléments, s'est faite en quelques jours, voire même en quelques heures.

« Faire la description de la façon dont on maintient l'uniformité des conditions, c'est faire virtuellement la description de l'art d'expérimenter sur la taille des métaux. Par suite l'auteur commencera à exposer en détail les précautions qui doivent être prises pour assurer cette uniformité. »

4° *Décomposer l'étude de chaque opération en celle de chacun de ses éléments successifs.* — Dans l'étude du pelletage, par exemple, il chronomètre isolément la durée de remplissage de la pelle, le soulèvement, la projection, le retour en arrière et les repos entre chaque mouvement. C'est là une règle étrangère aux laboratoires scientifiques, parce que les problèmes posés y sont infiniment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins complexes que dans l'industrie. Elle est cependant très importante dans les ateliers pour deux motifs. Elle donne d'abord une connaissance bien plus complète du sujet étudié, mais surtout elle donne des renseignements qui pourront être utilisés ensuite dans d'autres études analogues, parce que les éléments en seront les mêmes, avec un groupement différent. La variété infinie des procédés de fabrication résulte de la combinaison d'un petit nombre de mouvements différents. Grâce à cette analyse, les mesures élémentaires de ces mouvements peuvent être utilisées ensuite sans nouvelles expériences. Cela diminue donc le prix de revient de l'application de la méthode scientifique.

5° *Faire économiquement les expériences.* — C'est-à-dire proportionner l'importance des moyens mis en œuvre à l'importance des résultats escomptés. C'est là un des points les plus délicats de la méthode Taylor et cependant son auteur ne formule aucune règle à ce sujet. Cela a pourtant certainement été une de ses préoccupations dominantes. Dans les usines où il a travaillé, on ne lui ouvrait de nouveaux crédits pour ses expériences que lorsque les frais des études antérieures avaient été remboursés par les bénéfices qu'elles avaient rapportés. Il devait donc se préoccuper constamment du rendement de ses expériences.

On voit, par exemple, dans la description de ses recherches sur les courroies qu'il a dû utiliser surtout pour ses mesures les conditions du travail courant dans l'usine, changeant un peu les conditions chaque fois que l'on faisait une nouvelle installation de transmission de force, mais qu'il n'a jamais eu l'occasion d'installer à proprement parler de véritables expériences où toute l'installation aurait été créée en vue des mesures. Ce sont plutôt des observations que des expériences qu'il a pu faire. Cela explique comment ces études ont duré neuf ans. Au contraire, dans ses recherches sur le pelletage et le transport des gueuses de fonte, les expériences relativement peu coûteuses ont été instituées de toutes pièces comme des expériences de laboratoire.

C'est de la même façon qu'a procédé M. Porter dans ses études sur les cubilots de fonderie, en utilisant des installations déjà existantes.

Cette obligation de profiter des circonstances augmente considérablement le travail de l'expérimentateur et exige de sa part une activité intellectuelle très aiguisée. Il doit au début faire son énumération des facteurs à passer en revue, préparer tout son programme d'expériences et l'avoir constamment présent à l'esprit, sous pression dans son cerveau, comme la vapeur dans une chaudière, pour pouvoir se précipiter sur chaque condition favorable à la réalisation de son plan de bataille.

Cette condition est encore plus difficile à réaliser quand le chef d'industrie,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dirigeant les recherches, et l'opérateur, les exécutant, font deux personnages distincts, ce qui sera le plus souvent le cas dans les usines françaises.

Non content de ses déterminations expérimentales, F. Taylor s'est donné beaucoup de mal pour en traduire les résultats au moyen de formules algébriques. C'est bien là en effet, comme nous l'avons indiqué au début de cette étude, le but ultime de la science. Peu familier avec les études mathématiques, l'auteur de ces recherches s'est fait aider par deux de ses plus fidèles collaborateurs : M. Gantt et M. Barth. Le premier a calculé toute une série de formules empiriques d'allure logarithmique et le second a imaginé des règles à calculs très ingénieuses, mais assez compliquées, pour permettre de tirer parti des formules et de les appliquer au travail de l'usine.

Voici par exemple l'une de ces formules donnant la vitesse de coupe capable de mettre l'outil hors de service en 20 minutes.

$$\mathrm{Lg}V = \mathrm{Lg}K + \mathrm{Lg}\left[1 - \frac{8}{7(32R)^4}\right] - \left(\frac{2}{5} + \frac{2,12}{5 + 32R}\right)\mathrm{Lg}F - \left(\frac{2}{15} + 0,06\sqrt{32R} + \frac{0,8.32R}{6(32R) + 48D}\right)\frac{\mathrm{Lg}\,48\,D}{32R}$$

V, vitesse en pieds par seconde ;

F, avance en pieds;

D, profondeur de coupe en pieds ;

R, rayon du bec de l'outil en pieds ;

K, constante dépendant de la nature chimique de l'outil et du métal travaillé.

F. Taylor déclare attacher une grande importance à ces formules en raison du mal qu'elles ont donné à établir et, sans doute aussi, du désir de rendre justice aux efforts de ses collaborateurs. Peut-être de simples tableaux numériques établis en partant directement des expériences seraient-ils d'un emploi plus pratique. C'est, du moins en France, l'opinion des établissements de l'artillerie où des méthodes modernes de travail, semblables à celles de Taylor, sont aujourd'hui d'un usage courant.

Facteur humain. — Parmi tous les facteurs de la production industrielle, le plus important, certainement, est la main-d'œuvre. Exerçant une influence dominante sur le prix de revient, elle provoque trop souvent en outre, par l'intervention syndicaliste, par la limitation volontaire de la production et par les grèves, des perturbations économiques néfastes. L'allure capricieuse des mobiles humains semble mettre ce facteur au-dessus de toute loi et lui permettre d'échapper au contrôle de la science. Ce n'est aucunement l'opinion de F. Taylor ; dans ses principes d'organisation scientifique des usines, il s'exprime ainsi :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il est une autre espèce de recherche scientifique dont il a été parlé à plusieurs reprises dans cet ouvrage et qui doit appeler spécialement l'attention ; c'est l'étude minutieuse des mobiles qui font agir les hommes. A première vue, il peut sembler que c'est là simplement affaire d'observation et de jugement individuel, qu'il n'y a pas là matière à des expériences scientifiques exactes. Il est certain que les lois qui résultent d'expériences de ce genre, et qui se rapportent à l'organisme très complet qu'est l'être humain, sont sujettes à un plus grand nombre d'exceptions que les lois relatives aux choses matérielles. Et cependant, des lois de ce genre existent, qui s'appliquent à la grande majorité des hommes et qui, clairement définies, sont d'un grand secours dans la manière de les conduire. Pour les découvrir, il a été fait des expériences minutieuses, soigneusement préparées et conduites pendant plusieurs années, de la même manière que celles dont il a été parlé précédemment. »

Voyons maintenant quelles sont les conclusions de F. Taylor, relatives à la question ouvrière. Elles présentent un caractère d'originalité remarquable. Très probablement exactes pour l'Europe comme pour l'Amérique, elles méritent, en tout cas, une étude très attentive. Voici les points essentiels de sa doctrine :

1° Il est inexact de croire, comme les politiciens de tous les pays tendent à le faire admettre, que l'ouvrier est un être stupide, inaccessible à tout raisonnement intelligent, capable seulement d'absorber les hâbleries de ses flatteurs. Voici comment Taylor s'exprime sur le compte des ouvriers, dans une conférence adressée à la Société américaine pour le Développement de l'Enseignement technique : « Les élèves des écoles techniques apprendront, dans leur stage à l'usine, une chose d'une importance capitale. Ils se refusent à comprendre la vérité suivante, que leurs professeurs peuvent leur dire et leur répéter à satiété sans aucun résultat : « Un portefaix en haillons travaillant dans la rue, un ouvrier conduisant un tour, sont nés leur égal au point de vue intellectuel. » Aussitôt le professeur le dos tourné, ils disent en hochant la tête : « Je veux bien faire semblant de le croire, mais cela n'est certainement pas vrai. » En travaillant au contraire à l'usine, coude à coude avec des manœuvres couverts de graisse, avec des ouvriers ignorant les règles de la grammaire et étrangers à toutes les formes de la politesse, il leur faudra bien cependant reconnaître la pénétration intellectuelle de ces hommes ; les jeunes étudiants auront au moins appris cela après une année de séjour à l'usine. Je me rappelle toujours mon étonnement à la fin de mes six premiers mois d'apprentissage en me voyant obligé de reconnaître la supériorité intellectuelle de trois de mes compagnons d'atelier. Les élèves des écoles et les ouvriers sont faits de la même argile, physiquement et intellectuellement. Pour conserver l'avantage dans la lutte pour l'existence, l'étudiant doit s'assurer les bénéfices d'une instruction très supérieure à celle de l'ouvrier ; l'énergie, la persévérance, le jugement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont les facteurs dominants du succès dans l'industrie; or ces qualités se rencontrent au même degré chez l'ouvrier et chez le diplômé. »

Par conséquent d'après les observations de F. Taylor, la psychologie ouvrière ne doit pas différer essentiellement de celle des autres hommes.

2° Avec les méthodes modernes de travail, très perfectionnées, mais aussi très compliquées, il n'est plus possible à l'ouvrier de trouver d'intuition, dans chaque cas particulier, les tours de main les plus avantageux ; leur détermination nécessite aujourd'hui l'intervention d'un personnel technique spécial. F. Taylor n'a pas mis moins de vingt-cinq ans à débrouiller l'influence des douze variables dont dépend le travail des métaux sur le tour ; comment un ouvrier, abandonné à lui-même, pourrait-il découvrir en quelques minutes la solution d'un problème aussi compliqué.

Il est indispensable de séparer la *préparation* du travail, œuvre essentiellement intellectuelle, de sa *réalisation*, œuvre avant tout manuelle. On doit enseigner aux ouvriers les meilleures méthodes de travail, et ne pas s'en rapporter à eux pour les découvrir. C'est là toute une révolution dans les méthodes industrielles. Bien peu d'ingénieurs seraient aujourd'hui capables d'étudier les procédés de travail de leurs ouvriers et un moins grand nombre encore auraient l'habileté manuelle nécessaire pour les mettre en pratique devant eux.

3° Un autre résultat très important des études poursuivies par F. Taylor, avec son collaborateur H. Gantt, concerne le très grand avantage du travail à la *tâche définie*. Dans leur système, l'ouvrier reçoit l'indication exacte du travail à accomplir dans sa journée. La grandeur de cette tâche a été déterminée au moyen d'expériences antérieures.

Cet emploi systématique de la tâche rigoureusement définie a le grand avantage de supprimer la flânerie volontaire. Dans le travail à la journée, l'ouvrier se sentant assuré d'un salaire fixe est tenté de travailler le moins possible. Payé aux pièces, il flâne intentionnellement pour empêcher son patron de réduire les prix d'unité s'il le voyait trop forcer sa production et par suite trop gagner dans sa journée. La tâche fixe, à condition d'être réglée par un personnel compétent et d'une compétence reconnue par l'ouvrier, supprime bien des frottements dans les usines : cette tâche est plus facile à exécuter et plus agréable à faire exécuter. Si, dans les lycées, on supprimait la tâche fixe, se contentant de dire aux collégiens : Vous devez faire chaque jour le plus possible de devoirs et aux professeurs : Vous devez faire le plus grand nombre possible d'heures de classe, le déchet sur la production des uns et des autres serait certainement énorme. Les ouvriers n'ont pas l'esprit autrement fait que celui de tous les hommes.

4° Ce changement dans l'organisation du travail est très onéreux pour la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

direction de l'usine ; mais il ne demande en moyenne rien de plus à l'ouvrier : plus de discipline peut-être, mais aussi moins d'initiative et pas plus de fatigue corporelle. Il n'y aurait donc *a priori* aucun motif pour augmenter son salaire. Mais tout homme souffre du moindre changement dans ses habitudes, les ouvriers comme les autres, et il faut, pour les décider à accepter une transformation aussi radicale, leur donner une augmentation notable de salaire. D'après les études expérimentales de Taylor, on obtiendrait l'assentiment des ouvriers et leur entière satisfaction par une majoration s'élevant, suivant la nature des industries, de 30 à 100 p. 100 du taux moyen des salaires payés dans les usines similaires continuant à travailler par les vieilles méthodes.

On peut imaginer beaucoup de systèmes de prime tendant exactement vers ce même but. Parmi ceux-là, l'un des plus connus est le *bonus system*, imaginé par un des anciens collaborateurs de F. Taylor, M. Gantt. Le salaire de l'ouvrier est séparé en deux parties nettement distinctes : un salaire fixe à la journée que l'ouvrier est assuré de gagner en tout état de cause, quelle que soit sa production journalière, sauf renvoi de l'usine, bien entendu, s'il ne fait rien. Il reçoit de plus une prime fixe, dite « bonus », lorsqu'il accomplit dans sa journée la totalité de la tâche qui lui a été indiquée comme normale. Les contremaîtres de l'atelier, de leur côté, touchent une prime pour chaque ouvrier travaillant sous leurs ordres qui arrive à gagner sa prime. Quand tous les ouvriers de l'atelier y sont parvenus, la prime totale du contremaître est brusquement doublée, ceci pour l'empêcher d'abandonner à eux-mêmes les ouvriers peu intelligents qui ne peuvent réussir sans un peu d'aide à effectuer la tâche prescrite.

Voici les raisons psychologiques de ce mode de rémunération du travail. En premier lieu l'ouvrier, se sachant en tout état de cause assuré de gagner au moins son salaire normal, ne craint pas d'être lésé par le nouveau système. Ayant de plus sous les yeux la fiche détaillée qui fixe les temps alloués pour chaque partie du travail et la rémunération promise, il reconnaît bien vite que la majeure partie de ces indications sont réalisables et équitables. Il se doute bien qu'il doit en être de même sur les points qui lui sont moins familiers. Le désir de gagner la prime le pousse bientôt à essayer de se conformer aux instructions données, et s'il n'est pas trop inintelligent, il y réussit rapidement. Puis, de proche en proche, les camarades imitent le premier parti et les moins intelligents eux-mêmes font à la longue un effort pour gagner leur prime. Des ouvriers qui n'avaient jamais pu faire les changements d'engrenage de leur machine sans l'aide de leur contremaître s'y mettent bientôt, quand ils ont reconnu qu'il leur serait impossible sans cela de jamais gagner la prime. Ce système de rémunération joue donc un rôle véritablement éducateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Organisation du travail. — Cet emploi systématique du travail à la tâche fixe comporte, comme nous venons de le voir, trois parties essentielles.

1° Des études préalables nécessaires pour la fixation de la tâche ;

2° Des instructions données aux ouvriers pour leur permettre la réalisation de la tâche demandée ;

3° Un système de rémunération de nature à pousser les ouvriers à accepter la nouvelle organisation.

C'est là, en ce qui concerne la question ouvrière, le point capital du système Taylor. L'adoption de ces principes permettrait d'après leur auteur de doubler et de tripler le rendement : mais au prix d'une *organisation* très compliquée et partant coûteuse. Pour produire, il ne suffit pas, en effet, d'avoir de bonnes machines, des ouvriers actifs et vigoureux, des ingénieurs instruits et intelligents, il faut encore une coordination absolue des efforts. Si chacun tire de son côté, sans ordre ni méthode, la production tombe nécessairement à rien, malgré la perfection isolée des moyens d'action mis en œuvre. L'organisation du travail est un facteur essentiel de la production : cela est vrai dans toutes les usines, mais cela est cent fois plus important encore, dans les usines qui emploient le système de la tâche fixe. Les obligations imposées à l'ouvrier deviennent en effet illusoires si les matières à travailler ne se trouvent pas sous sa main au moment voulu, si ses outils ne sont pas affûtés à temps, si les dessins d'exécution sont incomplets, ou si les machines sont en mauvais état. Il faut de toute nécessité, avec l'obligation de la tâche fixe, une coordination des mouvements dans l'usine aussi absolue que celle qui a été depuis longtemps reconnue indispensable pour le bon fonctionnement des chemins de fer. Si les voies ne sont pas libres au moment voulu, les employés à leur poste, les coussinets des wagons pleins de graisse ou le foyer de la locomotive décrassé, les retards deviennent inévitables et se multiplient l'un l'autre, jusqu'à ce que la désorganisation soit devenue générale, comme nous l'avons récemment vu sur le réseau de l'État, heureux encore quand cela ne se termine pas par des catastrophes.

Le système du travail à la tâche fixe est très perfectionné mais très délicat ; s'il ne fonctionne pas très bien, s'il y a des retards, des frottements, la désorganisation s'accroît spontanément avec une grande rapidité. Entre ce système et celui des usines dirigées empiriquement par des contremaîtres, il y a la même différence qu'entre le système des chemins de fer et celui des diligences.

L'organisation proposée par F. Taylor pour assurer le fonctionnement du travail à la tâche fixe repose sur une donnée psychologique fondamentale, précédemment indiquée à l'occasion des ouvriers. Il n'y a pas d'homme infini-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment parfait, la moyenne est même assez médiocre ; il faut pourtant vivre avec cette moyenne et s'efforcer de la placer dans les conditions les plus favorables au bon rendement de son travail. Si l'on ne doit pas demander à un ouvrier de fournir, à la fois, travail intellectuel et travail manuel, on doit encore moins confier à un contremaître, à un employé subalterne des fonctions multiples exigeant pour leur bonne exécution un ensemble de qualités égales à celles des plus grands chefs d'industrie. En le faisant, on se met dans la nécessité d'accepter une besogne incomplète et négligée. F. Taylor subdivise les attributions du personnel chargé de la direction des ouvriers, comme on a depuis longtemps subdivisé le travail de ces derniers. Chaque contremaître ou employé remplit seulement des fonctions limitées à une spécialité déterminée ; cela lui permet d'y acquérir une grande habileté.

F. Taylor oppose cette organisation, dite *administrative*, à l'ancienne organisation, dite *militaire*, où chaque homme dépend directement d'un seul chef, d'un contremaître à l'atelier, d'un sous-officier à l'armée. Dans l'organisation administrative, chaque ouvrier dépend de huit chefs différents, quatre employés au bureau et quatre contremaîtres à l'atelier. A première vue, cela semble bien compliqué, mais ce chiffre, donné brutalement par F. Taylor, a surtout pour but de frapper l'imagination. A examiner les choses dans le détail, c'est en réalité assez simple. L'ouvrier n'a habituellement de contact direct qu'avec un ou deux chefs, et pas au même moment de son travail. C'est l'organisation des lycées, où chaque élève, à côté de son professeur principal, dépend de professeurs accessoires, de répétiteurs, de maîtres d'étude, de surveillants de cour.

Bureau de préparation et de répartition du travail. — En quoi consiste donc cette organisation? A côté de la direction, F. Taylor introduit en dehors des services habituels : *direction commerciale* et *comptabilité; bureau d'étude* et *de dessin; laboratoire et recherches expérimentales,* un organe nouveau très important, le bureau *de préparation et de répartition* du travail dans les ateliers. Ce bureau reçoit les commandes de la direction et transmet seul aux ateliers les ordres relatifs à l'exécution de ces commandes.

Le bureau comprend quatre services, quatre directions principales, pouvant occuper chacune un plus ou moins grand nombre d'employés suivant l'importance de l'usine, mais jamais moins d'un employé par direction, même dans les plus petites affaires, de façon à limiter le nombre des fonctions confiées à chacun des individus et lui permettre ainsi de mieux les remplir. C'est la base fondamentale de tout le système.

Répartition (Order of work and route). — Cette direction définit le chemin que doivent suivre, dans les usines, toutes les matières mises en œuvre : récep-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion et premier emmagasinement, passage d'un atelier à l'autre, mise en place des pièces sur les machines, arrêt dans des dépôts intermédiaires, emmagasinement en fin de fabrication, puis livraison. Elle dresse des plans très complets de ce cheminement à travers les ateliers, parfois même des vues perspectives (fig. 5) quand il s'agit d'ateliers comportant des bâtiments de plusieurs étages. La figure 6 représente les plans de circulation dans une fabrique d'essieux

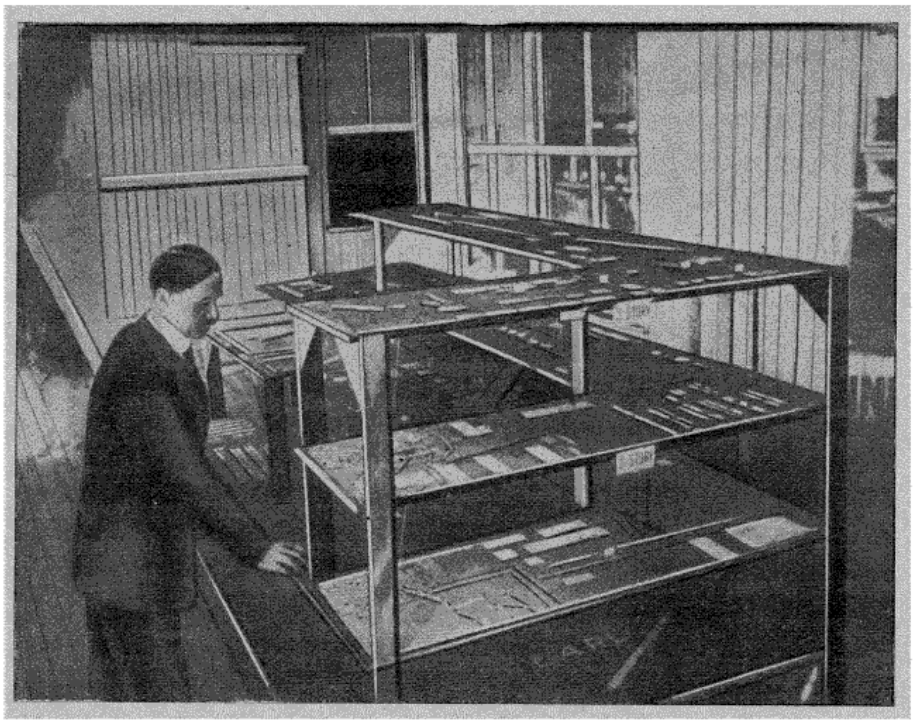


Fig. 5. — Plan en relief d'un atelier.

de wagons et d'automobiles. Dans cet atelier, assez ancien et progressivement développé, les fours de réchauffage et les machines sont irrégulièrement disséminés, ce qui complique les itinéraires; on a de plus représenté sur le même plan le cheminement d'un grand nombre de pièces différentes, se dirigeant les unes vers un côté de l'atelier, les autres vers un autre : cela donne une certaine confusion au plan.

Ce bureau dresse de plus des fiches spéciales dites *fiches de travail*, qui sont remises aux ouvriers pour leur indiquer les pièces qu'ils doivent travailler et le temps total qu'ils doivent y consacrer; les mêmes fiches portent l'indication, inscrite par une autre direction du même bureau, des salaires et des primes allouées pour le travail en question. La figure 7 représente les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dispositions générales d'une de ces fiches. Aussitôt que l'ouvrier a fini son travail, il fait viser sa fiche par un contremaître chargé de ce soin, après y avoir porté lui-même l'indication du temps qu'il a mis à faire le travail, du salaire et de la prime qu'il pense avoir gagnés. Cette fiche retourne à la direction des manutentions où elle permet de continuer la circulation de la même pièce; elle est ensuite envoyée à la direction des salaires pour l'établissement de la

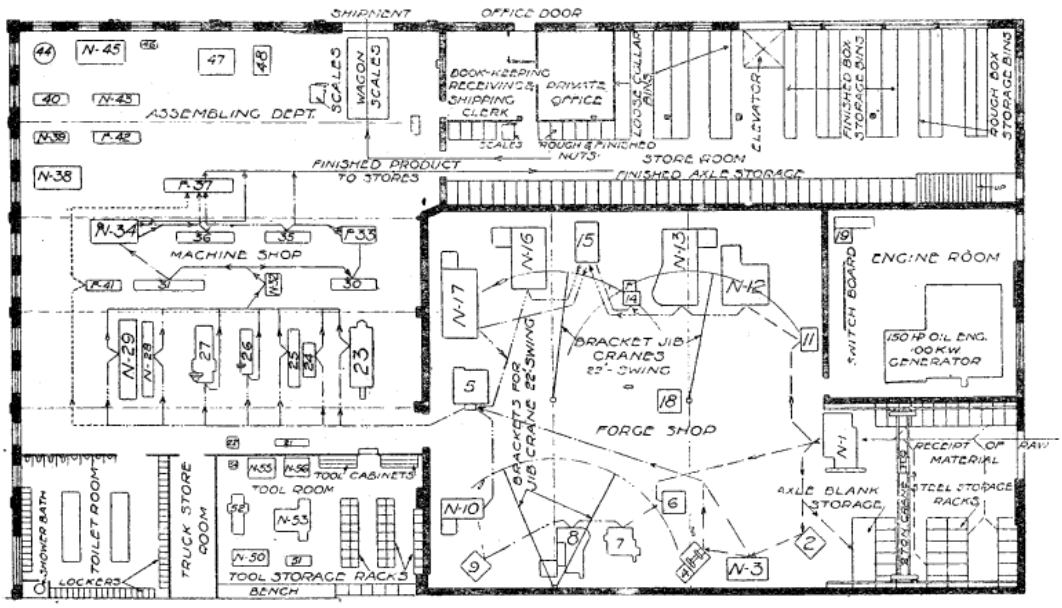


Fig. 6. — Plan de circulation.

feuille de paye de l'ouvrier et à la direction de la fabrication pour l'établissement du prix de revient.

Fabrication (Instruction cards). — Cette direction a pour mission principale de dresser les instructions écrites, les fiches de fabrication remises aux ouvriers afin de leur fournir toutes les indications nécessaires à l'accomplissement de leur travail. Ces fiches donnent les numéros des dessins d'exécution et des modèles à employer, la nature des outils, la vitesse et la profondeur de coupe, la qualité exigée du produit fini et enfin le nom de l'agent à consulter en cas de difficultés imprévues. Ces fiches sont remises à l'ouvrier au début de chaque fabrication avec les plans et modèles en même temps que la première fiche de travail ; après l'achèvement de la fabrication, elles retournent au bureau pour y être classées jusqu'à nouvel emploi.

En vue de l'établissement de ces fiches, quelques employés du service vont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de temps en temps à l'atelier faire des chronométrages dans le but de déterminer le procédé le plus convenable pour effectuer toute nouvelle opération, ou encore de vérifier les indications, conservées dans les registres, d'anciennes déterminations. Cette direction est la plus importante du bureau de répartition du travail.

La figure 8 donne le modèle d'une fiche de fabrication relative à un arbre coudé.

Salaires (Times and costs). — Cette direction porte sur la fiche de travail le

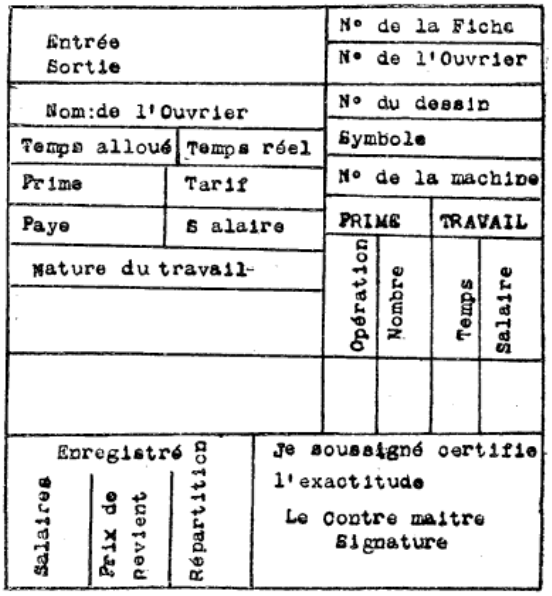


Fig. 7. — Fiche de travail.

temps total alloué pour chaque pièce, en s'aidant pour cela des fiches détaillées de fabrication établies par le service précédent. Cette fiche revient ensuite au même service, comme cela a été dit plus haut. Aucune feuille de paye n'est établie sans que l'ouvrier ait rendu cette fiche, indispensable pour permettre au service des manutentions de continuer le mouvement des pièces en cours de fabrication.

Personnel (Disciplinaria). — Ce service est chargé de l'embauchage des ouvriers et de toutes les questions relatives à la discipline : réprimandes, amendes ou renvois motivés par l'indiscipline, la grossièreté, les retards ou absences complètes, la mauvaise qualité du travail. Les contremaîtres de l'atelier n'ont le droit d'infliger aucune punition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les ouvriers peuvent ainsi recevoir des ordres des directeurs de chacun

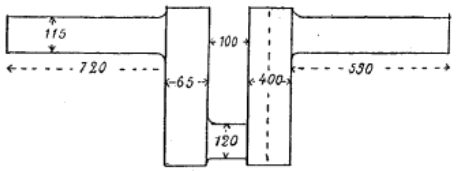
INSTRUCTIONS POUR TOURNER UN ARBRE COUDÉ

Nature du travail Tour	Ordre permanent de service 460		Numéro d'ordre I6837
N° de la machine 59	Outil MB	Métal I4	N° du forgeage 22706 B. F.
Nom de l'ouvrier J.WEBER		Nom du contremaître A.DAY	

Description de l'opération	Outil	Coupe	Avance	Vitesse	Temps alloué	T. effectif
Installation de la machine					20	
Montage pour tourner l'arbre					I2	
Tournage de l'arbre	PRL	3	E	4AF	I:40	
Centrage du tourillon					I0	
Ebauche du tourillon à 123 mm.	PSR		005	5AF	2:I0	
Ebauche des extrémités		2		4AF	I:40	
Finissage de l'arbre		I	H		50	
Travail à la lime des congés					I:I0	
Polissage du tourillon				2BF	40	
Vérification du travail					I5	
Enlèvement de l'arbre coudé					3	
					I0:52	

Finissage du tourillon N°I . Finissage de l'arbre N°3

Prime allouée = 25% du tarif



Fiche descriptive 48II .Dessins PCMB . 17 Juillet 1901

En cas de difficulté s'adresser au signataire de la fiche : BUXLEY

Fig. 8. — Fiche de fabrication.

de ces quatre services; mais en général ils ne les voient pas et communiquent avec eux par écrit, par l'intermédiaire de jeunes messagers faisant la navette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre l'atelier et le bureau. Ils reçoivent simplement les fiches contenant les instructions réunies de trois directeurs, le quatrième n'ayant à fonctionner que d'une façon accidentelle.

En dehors des ordres donnés aux ouvriers, le bureau de répartition cumule encore d'autres fonctions. Chaque direction est chargée de certains services annexes, par exemple :

1° Inventaire des matières et travaux, analyse et état d'avancement des commandes, établissement des prix de revient.

2° Unification des types d'outils, des machines, des pièces diverses d'usage courant et des méthodes de travail elles-mêmes ; établissement d'un système de symboles mnémoniques pour les objets, les tarifs, les conditions imposées au travail, combiné dans le but de simplifier et de réduire les correspondances avec les ouvriers ; classement des documents : commandes, dessins, fiches de fabrication, etc.

3° Assurance contre les accidents, étude générale de perfectionnements de toute nature à apporter dans le bureau de répartition, etc.

Atelier. — A l'atelier, les ouvriers ont avec eux quatre chefs, quatre contremaîtres, préposés à l'exécution des instructions du bureau de répartition et chargés de montrer, aux ouvriers encore insuffisamment habiles, la façon de s'y prendre pour réaliser dans les délais indiqués le travail demandé ; ils sont nécessairement choisis parmi les anciens ouvriers les plus habiles. En voici la liste :

Chef des manutentions (Gang boss). — Veille à l'exécution des instructions du service correspondant du bureau, fait le nécessaire pour alimenter, en temps utile, les hommes en matière, outils, modèles, dessins. Il leur montre au besoin à mettre rapidement en place les pièces sur les machines-outils. Ses fonctions cessent au moment où le travail proprement dit commence.

Chef de fabrication (Speed boss). — Veille à la réalisation de tous les détails de fabrication prescrits par le bureau : choix des outils, profondeur de coupe, vitesse des machines, etc.

Son nom de *speed boss*, chef de vitesse, provient de ce que dans le travail avec les machines-outils, particulièrement étudié par Taylor, la vitesse est l'un des facteurs les plus importants du prix de revient.

Chef contrôleur (Inspector). — Vérifie la qualité des produits fabriqués : dimensions, traitement thermique et donne au besoin, à l'ouvrier, l'indication des précautions à prendre, pour réaliser les qualités demandées.

Chef d'entretien (Repairs boss). — Vérifie l'entretien et le graissage des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machines, le rangement des pièces travaillées; il surveille les machines et courroies, de façon à les faire réparer en temps utile et éviter ainsi toute interruption dans le travail de l'ouvrier. En cas d'avarie inopinée à une machine, il prend d'urgence les dispositions nécessaires pour donner un autre travail à l'ouvrier.

Le nombre d'ouvriers confiés à l'un ou l'autre de ces contremaîtres est

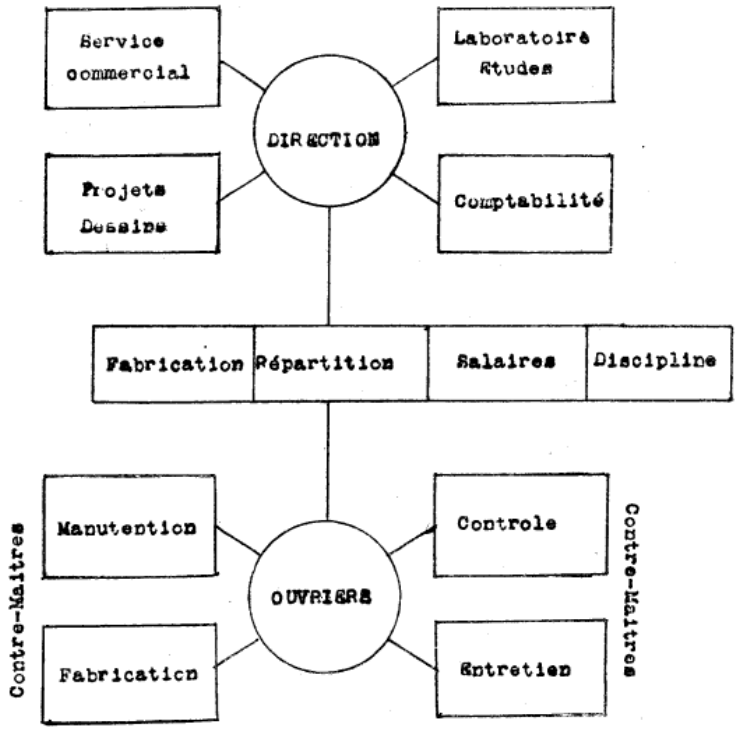


Fig. 9. — Schéma de l'organisation du travail.

nécessairement différent. Le chef de fabrication en dirigera de 10 à 20 et le chef des réparations peut-être dix fois plus. Dans un même atelier, il pourra y avoir un seul chef de réparation et une douzaine de chefs de fabrication, placés alors sous la direction d'un agent spécial.

Le tableau graphique (fig. 9) donne une idée générale de l'organisation du travail dans une usine s'inspirant des idées de Taylor. L'ouvrier reçoit directement les ordres du bureau de répartition du travail et non des contremaîtres. Le rôle de ces derniers est seulement de l'aider à effectuer son travail, puis d'en contrôler finalement la qualité. Tous les ordres viennent directement du bureau de répartition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Statistique. — Le fonctionnement du travail à la tâche entraîne donc l'installation d'un bureau de fabrication très complet avec un personnel nombreux et des attributions multiples : mais le fonctionnement de ce bureau entraîne à son tour la nécessité d'une nouvelle organisation non moins complète et assez compliquée dans ses détails, celle de la *statistique*. La multiplicité des fiches et des instructions nécessaires pour régler tous les mouvements des matières et des hommes donnerait bientôt lieu à une confusion inextricable si des précautions minutieuses n'étaient pas prises pour assurer un ordre parfait dans le bureau de fabrication. Cette question a été l'objet d'études très complètes de la part de F. Taylor et de ses principaux collaborateurs. On signalera ici quelques-unes des solutions particulières auxquelles ils sont arrivés, sans avoir bien entendu la prétention d'en faire l'énumération complète.

La *fiche de travail* est l'organe essentiel de toute fabrication effectuée à la tâche fixe; elle donne à l'ouvrier les indications nécessaires à son travail, puis après retour au bureau, l'indication au service de répartition des pièces prêtes à être dirigées vers une nouvelle étape de la fabrication et au service des salaires, l'indication des sommes dues aux ouvriers qui doivent servir à établir la feuille de paye. Ces fiches sont innombrables, puisqu'il y en a pour chaque pièce autant qu'elles ont d'opérations successives à subir. L'organisation adoptée pour la mise en œuvre de ces fiches est la suivante: on juxtapose contre un mur vertical une série de groupes de crochets dont chaque groupe porte le nom d'un ouvrier et le numéro d'une machine. Chaque groupe comporte au moins deux crochets pouvant recevoir les fiches de travail : le crochet de gauche reçoit les fiches préparées à l'avance pour le travail de l'ouvrier, pendant les jours à venir, et celui de droite, les mêmes fiches renvoyées par l'ouvrier après l'achèvement du travail : on peut ainsi voir d'un seul coup d'œil si tous les ouvriers ont du travail préparé en temps utile et on voit d'autre part les pièces disponibles pour être envoyées à d'autres ouvriers.

On peut évidemment varier à l'infini les dispositions de ce tableau, par exemple augmenter le nombre des crochets pour établir des subdivisions plus nombreuses parmi les fiches. On en mettra parfois cinq ayant l'utilisation suivante. Le premier porte les fiches préparées à l'avance pour des pièces qui, étant encore en mains ailleurs, ne sont pas disponibles pour une nouvelle opération. Le second, les fiches de pièces peu pressées que l'on prend chaque fois qu'il reste du temps libre à l'ouvrier. Le troisième, les fiches de pièces pressées qui doivent avoir un tour de faveur. Le quatrième, un talon que l'on détache de la fiche et qui est conservé pendant que la pièce est en main et que sa fiche par conséquent est à l'atelier. Le cinquième enfin, les fiches de pièces terminées et prêtes à passer en d'autres mains.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les matins on prend les fiches correspondant au travail de la journée pour chaque ouvrier et on met ces fiches dans une boîte fermant à clef, renfermant une case par ouvrier. La boîte est portée à l'atelier, les contremaîtres prennent les fiches, les examinent et les remettent aux ouvriers. Le travail fini, les ouvriers remettent les fiches, après les avoir fait contrôler et signer, dans la même boîte, d'où elles retournent au bureau ; elles sont alors reprises successivement par les employés du service de fabrication qui les utilisent pour l'établissement du prix de revient, par les employés du service des salaires qui les emploient pour dresser les feuilles de paye, et elles reviennent finalement au service de répartition où elles sont conservées pour l'établissement de la fiche suivante de travail.

Dans cette organisation, la préoccupation dominante est de faciliter aux employés et chefs de service l'examen rapide de la situation du travail. Cette même préoccupation a conduit à dresser des tableaux synoptiques permettant de suivre soit une même pièce dans ses états successifs d'avancement, soit un même ouvrier dans ses jours successifs de travail.

Si tous ces détails sont très importants pour assurer le bon fonctionnement des méthodes de travail préconisées par Taylor, leur modalité peut varier à l'infini, suivant les habitudes locales et les convenances des chefs d'industrie. Mais, de toute façon, cette organisation du travail nécessite un personnel très nombreux. Dans une petite usine réorganisée par F. Taylor, le nombre des employés fut augmenté dans le rapport de 1 à 10. En même temps le nombre des ouvriers fut diminué d'un chiffre égal à celui des employés ajoutés, c'est-à-dire de 30 p. 100. Après ce changement, malgré l'augmentation du nombre des agents considérés comme improductifs, la production de l'usine fut majorée de 50 p. 100.

Cette question de l'organisation du travail est aujourd'hui à l'ordre du jour dans toutes les grandes industries, peut-être cependant plus à l'étranger qu'en France, si l'on en juge par le nombre des publications consacrées à l'étude de ces problèmes : *Engineering Magazine*, aux États-Unis ; *the System* en Angleterre et un bulletin spécial de la Revue des Ingénieurs allemands. Jamais cependant on n'avait encore osé tenter une organisation aussi compliquée par le nombre et la délicatesse de ses rouages. Comme toute machine très parfaite, le scientific management a un rendement très élevé, mais aussi il est difficile et coûteux à mettre en mouvement ; il ne faut pas craindre de le répéter.

Conclusions. — Le système Taylor va continuer, s'il n'est pas trop imprudent de prédire l'avenir, à se développer d'abord lentement, comme il le fait aujourd'hui, puis, après un certain délai encore difficile à prévoir, il prendra sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doute une marche rapidement accélérée. La lenteur actuelle de son développement résulte de la nécessité pour sa mise en œuvre de l'accord parfait du chef d'industrie et du chef d'atelier. Le premier doit autoriser le bouleversement de son usine et ouvrir les crédits nécessaires aux transformations projetées; l'absence de convictions, la crainte des échecs entravent ses mouvements. D'autre part, le chef d'atelier, devant entreprendre des études très délicates et le plus souvent absolument nouvelles pour lui, ne peut le faire utilement s'il n'a pas déjà le feu sacré. Pour innover, le travail fait simplement par ordre reste impuissant.

Or aujourd'hui le nombre des croyants aux nouvelles doctrines est faible et la probabilité de la rencontre dans une même usine des deux hommes indispensables, est infiniment faible. Mais cette situation se modifiera à la longue, parce que les usines fonctionnant sous la règle du scientific management feront à leurs rivales une concurrence désastreuse, vendant leurs produits meilleur marché, grâce à leur prix de revient plus faible, et accaparant en même temps tous les bons ouvriers, par suite de l'élévation du taux des salaires.

Une autre force qui aidera au triomphe des idées de Taylor est que le scientific management est devenu aux yeux de ses adeptes une véritable religion, et, comme on le sait, la foi soulève les montagnes. Un des meilleurs exemples de cette puissance de la croyance nous est donné par un disciple de Taylor, M. Cook, directeur des Travaux publics de Philadelphie. En un an, il a pu, au nom de la science, faire des réformes, certainement faciles à concevoir, mais impossibles, semblait-t-il, à réaliser. Il a renvoyé les employés touchant des pots-de-vin chez les fournisseurs; il a mis à la tête des services des ingénieurs compétents sans prendre l'avis des politiciens, et enfin il a empêché ses concitoyens de gaspiller l'eau de la ville en laissant leurs robinets constamment ouverts. Du moment où la science a déclaré que c'étaient là les principaux facteurs du désordre des affaires municipales, tout le monde s'est incliné. M. Cook a résumé les résultats déjà acquis et ses projets du lendemain dans une lettre ouverte au maire de Philadelphie, son chef hiérarchique, M. Blankenburg, document qui passerait pour l'œuvre d'un pince-sans-rire, si l'on ne connaissait les convictions profondes de son auteur.

Pour produire tout son effet, cette foi dans la science doit se diffuser partout, pénétrer notre enseignement, resté trop peu scientifique malgré ses prétentions contraires; des usines, cette confiance dans la méthode expérimentale passera dans la société et reviendra de là dans les ateliers en leur donnant des chefs mieux préparés à faire usage des méthodes scientifiques et plus convaincus de leur bienfaisance.

Il me sera permis en terminant de signaler un pas très intéressant fait dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette voie, par une jeune et ardente maîtresse de maison américaine, Mrs Christine Fredericks, qui a appliqué le scientific management à la tenue de sa maison et a résumé le résultat de ses expériences dans un petit volume : *The new Housekeeping*. Les enfants élevés par les lectrices de ce manuel domestique deviendront certainement plus tard des ingénieurs, mieux préparés que la génération actuelle, à l'emploi des nouvelles méthodes industrielles. Ils auront sucé le goût de la science dès la mamelle.

HENRY LE CHATELIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

par M. Jules GARÇON

Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Les industries minières de la France. — L'industrie chimique moderne. — Explosion de poussières combustibles.

Matériaux de construction. — Conductibilité thermique des briques en silice et des briques en argile. — Dallages à l'émeri.

Tannage. — Les écorces de chêne en tannerie.

Explosifs. — Sur le trinitrotoluène.

Chimie hygiénique. — Saumure nitrée pour beurres. — Présence d'oxalate de calcium dans des vins blancs.

Industries minières de France. — L'exploitation des mines forme l'une de nos industries les plus importantes et le rapport sur le budget du Ministère des Travaux publics renferme un intéressant tableau de l'état actuel des industries minières en France. Voici quelques données extraites de ce rapport :

Il y a, actuellement, 1 459 concessions d'une superficie de 1 166 353 ha et la valeur totale des substances minérales extraites du sol atteint 1 095 500 000 f par année (en y comprenant le produit des carrières, mais en n'y comprenant pas l'Algérie). Le personnel occupé comporte plus de 370 000 ouvriers.

L'exploitation des mines est soumise, en France, à un double impôt. Les mines payent une redevance fixe annuelle de 50 cm par ha et une redevance proportionnelle de 5 p. 100 des bénéfices.

Ces redevances se sont élevées, en 1912, à 575 500,40 f pour la redevance fixe, à 6 902 615,65 f pour la redevance proportionnelle dont un sixième forme la part des communes. A ces chiffres il faut ajouter les centimes additionnels, dont le total atteint au moins 20 c du franc, plus l'impôt de 4 p. 100 sur le revenu des valeurs mobilières que les Sociétés des mines ont à payer à l'État, la taxe des biens de mainmorte, la contribution foncière, etc.

Voyons quelques détails sur les groupes les plus importants : mines de combustibles, de fer, de sel, d'or.

1° En ce qui concerne les *mines de combustibles* (houilles et lignites), 282 concessions sont en activité sur un total de 628 ; la production, en 1912, a été de 41 145 000 t

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les principaux centres d'extraction sont : le Nord et le Pas-de-Calais, avec 87 730 000 t, soit les 67,4 p. 100 de la production totale. Puis viennent la Loire avec 3 772 000; la Saône-et-Loire avec 2 103 000 t; le Gard avec 2 094 000 t; l'Aveyron et le Tarn chacun avec 1 000 000 t; enfin, les Bouches-du-Rhône avec 663 000 t, le Puy-de-Dôme avec 639 000 t et l'Allier avec 407 000 t.

La production de la houille était de 26 000 000 t en 1891 ; elle a passé à 41 145 000 t en 1912. Dans les dernières années, l'augmentation a été assez lente.

De son côté, la consommation a passé de 36 573 000 t en 1891 à 59 658 000 t en 1912.

2° En ce qui concerne les *mines de fer*, la production de minerais a été, en 1912, de 19 160 000 t, en progression de 5 560 000 t sur celle de 1911.

Les exportations, qui étaient restées inférieures aux importations jusqu'en 1906, ont dépassé 8 000 000 t en 1912, contre 1 000 000 t environ d'importations.

Les principaux centres de production sont le département de Meurthe-et-Moselle où 50 mines et 8 centres de minières sont en activité ; la Normandie et l'Anjou où des richesses très grandes sont actuellement reconnues ; enfin les Pyrénées qui produisent surtout des minerais très purs, utilisés dans des fabrications spéciales.

Les exportations de minerais de fer de la France semblent pouvoir compenser, dans une certaine mesure, ses importations de houille.

3° En ce qui concerne les *mines de sel*, 29 concessions de mines ou de sources salées ont été exploitées en 1912. Elles ont produit 258 000 t de sel raffiné, 101 000 t de sel brut et 443 000 t de sel en dissolutions saturées servant à la fabrication de la soude.

De leur côté, les marais salants ont fourni 297 000 t.

La production totale du sel a été, en 1912, de 1 099 000 t. La consommation pour usages industriels, notamment pour la fabrication de la soude, a été de 445 000 t, presque stationnaire sur celle de 1911.

4° En ce qui concerne les *mines d'or*, l'on sait que l'industrie de l'or a trouvé en France, depuis quelques années, une reprise avec les entreprises de La Lucette en Mayenne, de La Bellière en Maine-et-Loire, du Châtelet en Creuse.

De nombreux prospecteurs ont entrepris des recherches dans les localités dont le nom rappelle l'or, tels que Auriéras, Saint-Sulpice-Laurière, etc. De nombreux filons ont été découverts, et les demandes de concessions affluent au Ministère des Travaux publics ; c'est ainsi que 6 concessions ont été instituées dans le seul département de la Haute-Vienne.

Enfin, plus de 80 mines de pyrite de fer, de minerais de manganèse, d'antimoine, de cuivre, de plomb, de zinc, d'argent et de tungstène ont été en activité en 1912. La valeur de leur production a été d'environ 12 000 000 f. Seules certaines mines de zinc et de pyrite de fer rémunèrent largement les capitaux.

L'industrie chimique moderne. — Sous ce titre M. FRITZ HABER a fait à la Société de Chimie industrielle de Londres une conférence dont on trouvera le texte dans son *Journal* (n° du 31 janvier 1914, p. 49-54), et qui a paru assez intéressante pour en donner ici de longs extraits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a trente ans, le centre de l'industrie chimique était la fabrication de la soude par le procédé Leblanc. En Angleterre, un grand nombre de méthodes techniques pour la fabrication de l'acide sulfurique, du sel de Glauber, du chlorure de chaux, de la soude, de la potasse et des alcalis ont été amenées à une remarquable perfection. Les chimistes anglais ont su convertir les réactions du laboratoire en méthodes techniques et établir des méthodes analytiques de contrôle permettant au directeur de suivre les changements chimiques qui se produisent dans un système de réactions mises en pratique sur une grande échelle.

Aujourd'hui, le tableau de l'industrie chimique est bien différent. Il est plus brillant du côté de la chimie organique que du côté de la chimie inorganique. Le remplacement des couleurs naturelles par les dérivés du goudron de houille, l'augmentation des ressources de la médecine grâce à la synthèse de produits pharmaceutiques, ont étendu le champ de l'industrie chimique et ont conduit à la conviction que ce champ d'action peut devenir indéfini. Dès que le prix d'un produit naturel employé dans l'industrie excède certaine limite, l'industrie chimique entre en compétition. Ainsi l'indigo naturel a succombé. Les matières tannantes luttent à présent avec les produits de condensation des acides phénolsulfoniques et du formaldéhyde. Le camphre n'a pu garder sa place que par une grande réduction des prix et le caoutchouc synthétique s'opposera bientôt à l'exagération des prix du produit naturel. Ce splendide développement des industries chimiques organiques est dû à l'union du travail des hommes de science et des techniciens.

Un changement notable s'est également produit dans l'industrie chimique inorganique. Le procédé Leblanc a fait place au procédé Solvay, aux méthodes électrolytiques et aux méthodes par contact. De nouvelles industries ont pris naissance et se sont développées. Mais ici le progrès réalisé dans les vingt dernières années a été moins le résultat de la découverte de faits nouveaux qui auraient eu des applications industrielles directes que celui de l'élaboration de théories nouvelles. L'introduction des théories et des méthodes de la physico-chimie dans le domaine de la chimie inorganique a conduit aux plus grands progrès. Le splendide développement de la chimie physique est basé sur la seconde loi de la thermodynamique, sur la loi des phases et sur la théorie de la dissociation électrolytique. L'introduction de l'électroscope dans l'analyse chimique a révélé le monde des corps radioactifs. Les industries chimiques inorganiques peuvent gagner autant à considérer leurs problèmes au point de vue physique, que les industries chimiques organiques ont gagné par la considération de la structure moléculaire.

Une propriété peu remarquée de l'acide stannique est devenue l'origine d'une nouvelle industrie. Les ustensiles de cuisine en fer sont recouverts intérieurement d'un émail blanc qui ne doit renfermer aucune matière nuisible ; sa couche doit être très mince afin de ne pas se fendre ni s'écailler, quand le fer se dilate sous l'action de la chaleur. Son point de fusion doit être assez bas pour que le fer ne se déforme pas quand on fait fondre l'émail. On emploie donc un verre (1) dont la composition centésimale se tient aux environs de la suivante :

(1) Voir Paul Randau, *Die Fabrikation des Emails und das Emaillieren* (Leipzig, 1909); Julius Grünwald, *Theorie und Praxis der Blech und Gussemaillindustrie* (Leipsig, 1908); *Chemische Technologie der Email-Rohmaterialen* (Dresde, 1911); *Ausgewählte Kapitel aus der Emailliertechnik*, herausgegeben von der Redaction des *Sprechsaals* (Cobourg, 1912).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Borax 26, quartz 17, feldspath 34, silico-fluorure de sodium 13, soude 4, salpêtre 3, kaolin 3.

Les corps sont mélangés et fondus. La masse fondue est broyée avec de l'eau et un peu d'argile plastique jusqu'à faire une pâte qui puisse s'étendre en couche mince et uniforme; puis elle est séchée sur la pièce et chauffée jusqu'à 800° pendant environ une minute jusqu'à fusion de l'émail. Telle est, en résumé, la technologie de l'émaillage du fer. Mais cet émail est trop transparent, et en couche mince il laisse voir la couleur sombre du fer. Il faut ajouter une substance qui, en petite quantité, rende l'émail tout à fait opaque et lui donne une couleur blanche. Jusqu'à présent, on ne connaissait que l'acide stannique qui répondît à ces conditions. La proportion exigée est faible: environ un demi-gramme par décimètre carré; mais l'emploi du fer émaillé est si considérable que la consommation annuelle d'acide stannique dans ce but est de trois millions de kg. Il y a quelque temps, la consommation par décimètre carré était double, car on fondait l'acide stannique avec le verre ; tandis qu'à présent, on l'ajoute à la pâte d'émail avant la cuisson.

On a longtemps cherché à remplacer l'acide stannique par un autre corps. On y est arrivé récemment.

Le silicate de zirconium naturel attaqué par un alcali donne un produit ayant à peu près la composition centésimale suivante : ZrO^2 83, TiO^2 4, SiO^2 9, Na^2O 2, le reste étant de l'eau. Cet oxyde de zirconium impur remplace l'acide stannique. On l'emploie de la même façon et dans les mêmes proportions.

L'oxyde de zirconium, lorsqu'il se trouve en grands cristaux, est un corps transparent, incolore comme l'oxyde d'étain. Pour qu'un verre soit rendu opaque par la présence de parcelles d'un corps semblable, il faut que les deux substances aient des indices de réfraction différents. Les verres très fusibles employés à l'émaillage ont un indice de réfraction voisin de 1,5. La cassitérite a un indice de réfraction, pour la lumière jaune, de 1,9966 ou de 2,0799, selon l'axe optique considéré; c'est ce qui explique qu'il rend l'émail opaque. Et à la connaissance de M. Haber, cette considération n'est pas mentionnée dans les articles sur les émaux. Il a trouvé récemment que Wilhelm Ostwald, dans son *Malerbriefe* (Leipzig, 1904), explique la propriété du blanc de plomb de donner la plus grande opacité pour la peinture par une comparaison analogue entre l'huile et le carbonate de plomb.

Le silicate de zirconium naturel a des indices de réfraction plus faibles d'un dixième seulement. Si l'on calcule d'après la loi connue de l'addition des réfractions moléculaires, on trouve qu'en retranchant la silice relativement peu réfringente, on doit augmenter l'indice de réfraction et que l'oxyde de zirconium pur doit avoir un indice de 10 p. 100 supérieur à celui de l'oxyde d'étain. L'on peut donc supposer que l'oxyde de zirconium agira comme l'oxyde d'étain, s'il est comme lui finement divisé dans le verre. Des différences apparaîtront toutefois si l'un des oxydes est beaucoup plus soluble dans l'émail que l'autre. Le fait que l'on peut économiser la moitié de l'oxyde d'étain, en le mélangeant avec le verre avant le rôtissage au lieu de le fondre dans l'émail, montre qu'il s'agit surtout d'une rapidité de dissolution. L'oxyde ne se dissout qu'après la fusion du verre, et celle-ci est arrêtée dès que la surface est devenue unie comme un miroir. Ainsi la dissolution ne peut se faire que durant un temps très court. Donc une quantité aussi faible d'oxyde de zirconium ou d'oxyde d'étain pourra rendre l'émail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

également opaque. Quelques expériences réalisées avec de l'oxyde de zirconium, préparé en chauffant à 800° du nitrate de zirconium pur du commerce, ont prouvé l'exactitude de ce raisonnement.

Plusieurs points moins importants sont encore à considérer si l'on veut approfondir ce sujet (1). L'oxyde de titanium pourrait donner à lui seul une plus grande opacité, en raison de son indice de réfraction encore plus grand, mais il communique à l'émail une teinte jaunâtre.

M. Haber examine ensuite la monazite et note un facteur nouveau dans son traitement industriel. Depuis l'introduction des manchons à incandescence, la monazite, comme l'on sait, est exploitée en grandes quantités pour la production du nitrate de thorium. Depuis deux ans, une nouvelle question a surgi pour cette industrie par suite de la demande de substances radioactives donnant des rayons γ. Dans un millier de tonnes de monazite tenant 5 p. 100 d'oxyde de thorium, il se trouve, d'après les mesures radioactives, 18 mgr de substance radioactive. La valeur de ces quelques milligrammes sous une forme assez concentrée dépasse la valeur de tous les autres corps et paie le prix des mille tonnes de monazite. Le problème est de séparer ces quelques milligrammes dans le cours de l'extraction du thorium. La substance radioactive est le mésothorium I du docteur Hahn, qui par sa transformation en mésothorium II devient une source de rayons γ, bien plus puissante que le radium.

Le problème a été résolu par l'addition d'un millième de baryum au minerai avant de le traiter comme d'ordinaire par l'acide sulfurique. Au cours du traitement, on obtient un dépôt de sulfate de baryum radioactif et renfermant, comme impuretés, de la silice, de l'oxyde de titane, des sels de plomb et de terres rares. On sépare les impuretés par quatre traitements chimiques distincts qui laissent finalement le sulfate de baryum avec les substances radioactives. On le concentre alors par la méthode usuelle employant le chlorure, le carbonate et le bromure de baryum, jusqu'à avoir l'activité en rayons γ du bromure de radium pur ou une activité plus grande.

En comparant, par les mesures des rayons α émis, la quantité de mésothorium dans le dernier concentré et celle dans le thorium, le docteur Keetman et le docteur Mayer ont obtenu presque les mêmes chiffres. La monazite contient une faible proportion d'uranium, soit 0,1 p. 100 et par suite la quantité correspondante de radium qui accompagne le mésothorium pendant le traitement. On détermine la proportion de radium par la méthode de l'émanation. Keetman et Mayer ont aussi fait ces déterminations et ils ont trouvé que le radium venait en entier dans le précipité de sulfate de baryum. Le produit radioactif de 1 000 t donne des rayons γ équivalents à 2 200 mg de bromure de radium Br^2Ra, dont 3 p. 10 viennent du vrai Br^2Ra et 7 p. 10 sont dus au mélange d'un peu de bromure de mésothorium. Nous savons, d'après Soddy et Fajans, que les éléments radioactifs ne peuvent être isolés par aucun moyen chimique. Par suite, le mésothorium suit le radium, et on explique que ce dernier accompagne le baryum par l'isomorphisme et l'insolubilité du sulfate de radium.

Cette explication ne sera pas toujours admise. Peut-être l'adsorption joue-t-elle ici un rôle important; les sulfates pourraient se dissoudre l'un dans l'autre à l'état solide,

(1) Voir D.R.P., n° 189 364; Bela Havas, *Ueber Eisenblechemaille* (Karlsruhe, 1910, thèse de doctorat); Hartmann, *Zirconemail* (Munich, 1910, thèse de doctorat); Weiss, *Zeitschrift für anorganische Chemie*, 1910, t. 65, p. 218.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme l'eau et l'alcool à l'état liquide. La diffusion est si lente à l'état solide que les phénomènes superficiels deviennent les plus importants dans tous les changements rapides. Les travaux poursuivis par Ritzel (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. 67, p. 724), au laboratoire de Liverpool, sur les suggestions de Donnan, conduisent à regarder l'adsorption comme le premier pas, même si une solution solide peut se former. Certains faits mis récemment en lumière par Fajans et Beer (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. 46, p. 3486) indiquent de grands rapports entre l'adsorption et l'affinité chimique. D'autre part, les récentes recherches de Bragg ont appris que dans les cristaux d'un sel un anion et un cation ne sont pas unis de façon à former une molécule isolée, mais un cation est uni à tous les anions environnants et un anion à tous les cations. Par suite, l'on peut être amené à considérer la possibilité de forces chimiques agissant entre les atomes ou ions à la surface des précipités solides et les molécules ou ions de la couche liquide voisine, c'est-à-dire dans le champ d'adsorption, On peut se rappeler que l'on a de bonnes raisons pour croire que les forces chimiques sont du genre des forces électriques et nous savons, par l'électro-osmose et par des phénomènes analogues, que les forces électriques agissent toujours entre la surface des solides et la couche fluide en contact. Les phénomènes d'adsorption sont spécialement instructifs avec les substances radioactives, parce que l'on peut y saisir la présence de très petites quantités, et l'on les rapprochera ainsi des affinités chimiques.

La mise en œuvre des terres rares présente un grand nombre de points intéressants de physico-chimie. Considérons la préparation électrolytique du métal de Misch, qui contient 80 à 90 p. 100 de cérium, le reste consistant en didyme et lanthane. Cet alliage est employé pour les briquets, ou dans la fabrication de fluorures de terres rares employés pour saler l'arc et rendre la lumière blanche, ou à cause de propriétés spéciales que doit présenter un nitrate de thorium pour obtenir de bons manchons. Un point de détail montrera comment une simple considération peut éclairer des problèmes différents dans des branches variées de l'industrie chimique. Le Chatelier a expliqué la propriété des manchons Welsbach de produire plus de lumière lorsqu'ils sont chauffés dans la flamme d'un bec Bunsen par le fait de la transparence de leur substance pour les rayons infra-rouges. En raison de cette transparence, le manchon ne peut renvoyer par rayonnement la chaleur que lui communiquent les gaz en combustion. Le manchon Welsbach n'émet pas plus de rayons lumineux qu'une autre substance portée à la même température; mais dans une même flamme, sa température devient plus élevée que celle d'une autre substance, en raison de l'absence du rayonnement. Il résulte de ce fait une grande économie, car avec du gaz ayant un pouvoir calorifique de 5 000 calories, on obtient une bougie Hafner d'éclairage, avec une consommation de 0,8 à 0,9 l de gaz, en employant un brûleur renversé. Si l'on emploie un brûleur à air comprimé, l'économie peut être portée à 0,6 l. On pourrait supposer que la flamme du brûleur à air comprimé est plus chaude; mais il n'en est rien. La température de la flamme ne peut dépendre que du pouvoir calorifique des gaz combustibles et de la chaleur spécifique des gaz produits. Cependant, les objets sont chauffés à une température plus élevée avec un chalumeau à air qu'avec un bec Bunsen.

Pour trouver l'explication de ce fait, il faut considérer un phénomène qui ne semble pas avoir de rapport : c'est la dissolution des corps solides. Sur ce phénomène, l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a la théorie énoncée d'abord par Noyes et Whitney et développée par Nernst, que la couche liquide en contact immédiat avec un cristal est toujours saturée. Cette couche saturée perd constamment de la substance dissoute pour en fournir aux parties liquides plus éloignées et non saturées, en même temps qu'elle reste saturée en dissolvant du cristal. Si l'on agite le liquide, cette couche saturée reste en place, tandis que les couches voisines prennent des mouvements de plus en plus rapides. Ainsi, la couche stationnaire est une région à travers laquelle s'effectue la diffusion du corps solide dissous, et la rapidité de la dissolution est déterminée par la quantité de substance qui diffuse à travers cette couche. Plus l'agitation est énergique, plus cette couche est mince, et plus la rapidité de la solution est grande.

Si l'on considère que la conductibilité de la chaleur et la diffusion sont réglées par les mêmes équations différentielles, on arrive à la théorie du chalumeau en introduisant la conception d'une couche gazeuse immobile à la surface du corps chauffé, plongé dans les gaz de la flamme. La température du corps dépend du gain de chaleur par conductibilité à travers cette couche gazeuse immobile et de la perte de chaleur due au rayonnement. Plus le courant de gaz est rapide, plus la couche immobile sera mince et plus sera grande la quantité de chaleur gagnée par conduction; donc, plus la température du corps chauffé sera élevée. Ainsi, une différence de vitesse de convection des gaz chauffés à une même température explique la plus grande efficacité du chalumeau (1).

Signalons parmi les méthodes qui utilisent les produits de la combustion, l'action des gaz de gazogène sur les alcalis. Autrefois, on obtenait l'acide oxalique en faisant agir les alcalis fondus sur du bois, et on obtenait l'acide formique en enlevant l'acide carbonique à cet acide oxalique. Aujourd'hui on obtient l'acide formique en faisant agir l'oxyde de carbone (du gaz de gazogène) sur les alcalis, et on obtient l'acide oxalique en chauffant les formiates et les décomposant en oxalates et hydrogène.

Berthelot a découvert, il y a cinquante ans, l'action de l'oxyde de carbone sur les alcalis, et il a fait de nombreuses recherches sur ce sujet. La combinaison des alcalis caustiques avec l'oxyde de carbone se fait le mieux en présence d'une petite quantité d'eau, mais elle a lieu toujours très lentement. On essaya ensuite de comprimer l'oxyde de carbone; enfin, on employa, au lieu d'alcali solide, de l'alcali en solution étendue, lequel, à température élevée, réagit bien plus rapidement qu'en solution concentrée.

La réaction a été étudiée dans le laboratoire de Haber. Voir Friederich A. Weber : *Uber die Einwirkung von Kohlenoxyde auf Natronlauge* (Thèse de doctorat, Karlsruhe, 1908); Gorton R. Fonda : *Uber die Einwirkung von Kohlenoxyd auf Laugen* (Thèse de doctorat, Karlsruhe, 1910). L'expérience a prouvé que la réaction s'effectue entre l'oxyde de carbone en dissolution et les constituants de celle-ci. La rapidité de la réaction dépend de la concentration de la solution d'oxyde de carbone et de son remplacement dans la solution aux dépens de l'atmosphère qui surmonte la solution. Dans des conditions similaires d'agitation et de température, la rapidité de la réaction est strictement proportionnelle à la pression de l'oxyde de carbone dans le réservoir. A basse

(1) Voir Haber et Le Rossignol, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. 66, p. 195. L'influence de la vitesse des gaz d'une flamme sur la température du corps chauffé a été mentionnée en premier lieu par Féry, *Comptes rendus*, t. 137, p. 909. Voir Haber, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. 68, p. 732.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

température, la réaction est très lente, et pour maintenir la saturation du liquide en oxyde de carbone, il suffit d'une agitation modérée. Une agitation rapide est sans influence. La concentration de l'alcali augmente la vitesse de la réaction, mais elle est toujours très inférieure à celle désignée par les besoins de l'industrie. Une élévation de la température augmente la vitesse de la réaction; au-dessus de 100°, il est difficile de maintenir la saturation par agitation. Vers 160° ou 170°, la vitesse de la réaction est industriellement suffisante, pourvu que le liquide absorbant soit toujours en contact intime avec le courant gazeux. En ce qui concerne la concentration de la solution, au-dessus de 100°, c'est la solution à 10 p. 100 d'alcali qui donne la réaction la plus rapide par comparaison avec des solutions plus concentrées ou plus étendues. L'idée que cette solution se mélange mieux au gaz par suite d'une tension superficielle plus faible ne se trouve pas confirmée par les mesures faites à températures élevées.

Au sujet des flammes, un grand intérêt s'attache à la question du développement possible de leur pouvoir de nitrifier l'azote de l'air. La flamme de l'acétylène donne une proportion mesurable de vapeurs nitreuses, lorsqu'on le fait brûler dans un air enrichi en oxygène (voir Haber et Hodsman : *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. 67, p. 383, 1909). Les flammes d'autres gaz donnent les mêmes résultats, lorsqu'on emploie l'air enrichi d'oxgène, et une compression assez forte dans la chambre de combustion (voir Haber et Coates : *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. 69, p. 337, 1909; Wolokitin : *Zeitschrift für Electrochemie*, t. 16, p. 814.

Environ 1 p. 100 d'azote se trouve fixé dans la houille, et cette quantité est perdue, lorsqu'on brûle la houille; on en recueille environ un cinquième, lorsqu'on transforme la houille en coke dans des fours à récupération des sous-produits.

Or l'azote de l'air est partout à notre disposition. Plusieurs méthodes permettent de le séparer de l'oxygéne avec une dépense de quelques centimes par kilogramme, tandis que l'azote combiné sous forme de nitrate du Chili ou de sulfate d'ammoniaque des fours à coke vaut plus de 1,35 f le kilogramme. Cette différence de prix devrait rendre pratique un grand nombre de méthodes chimiques de fixation de l'azote de l'air.

Lorsque le succès du procédé Solvay, pour la fabrication de la soude, provoqua des demandes d'ammoniaque, Ludwig Mond étudia le problème. Il essaya d'abord une méthode indiquée par Bunsen et Playfair et appliquée par Margueritte et Sourdeval, qui consiste à chauffer un mélange de charbon, d'azote et de carbonate de baryum pour produire un cyanure que l'on peut transformer en ammoniaque. Mais, après étude, Mond abandonna cette méthode et rechercha du côté de l'azote de la houille. Il augmenta de 70 p. 100 le rendement par la méthode dite de Mond; cette méthode se répand actuellement, parce qu'il existe un marché pour le gaz à faible pouvoir calorifique qui est un sous-produit de la méthode.

Mais les chercheurs de méthodes industrielles pour la fixation directe et indirecte de l'azote atmosphérique, ont recouru, de leur côté, à l'emploi de l'énergie électrique. Une première méthode emploie l'arc électrique à haute tension. Cavendish, déjà, obtint des produits nitreux en faisant éclater des étincelles électriques dans l'air. Lord Rayleigh, puis Mac Dougall et Howles étudièrent les proportions de produits nitreux, obtenus en faisant varier diverses conditions.

Les méthodes réellement techniques sont liées étroitement aux noms de Birkeland

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et Eyde, de Pauling et de Schönherr. Elles sont basées sur l'emploi de grandes quantités d'air et d'une seule flamme d'arc très large. Pauling emploie un courant d'air se mouvant avec une grande rapidité et soufflé contre le point où l'arc se produit entre des électrodes étroites. Birkeland et Eyde arrivent au même résultat par un champ magnétique intense. Schönherr emploie une colonne de décharge de plusieurs mètres de long, produite et maintenue par un tourbillon d'air ascendant qui entoure l'arc. L'on sait que des usines se sont établies surtout en Norvège.

L'obstacle au développement de cette industrie est que la production d'azote fixé ne dépasse pas 16 g par kilowatt-heure et que la teneur dans les gaz traités ne dépasse pas 2,5 p. 100 d'oxyde nitrique. L'importance de l'équilibre thermodynamique a été indiquée par Muthmann et Hofer; les chiffres correspondants ont été déterminés par Nernst au moyen de méthodes ingénieuses.

Le tableau suivant donne les proportions d'oxyde nitrique correspondant à cet équilibre.

Degrés centigrades.	p. 100 de NO.	Degrés centigrades.	p. 100 de NO.
1 230°	0,1	2 300°	2
1 660°	0,5	2 590°	3
1 930°	1,0	2 340°	4
2 140°	1,5	3 060°	5

Ce tableau montre que, même à la température de l'arc électrique, une petite portion seulement de l'azote se combine à l'oxygène, à moins que l'on ne puisse dépasser, au moyen de l'étincelle électrique, l'équilibre thermodynamique, en transformant directement l'énergie électrique en énergie chimique. Des expériences faites dans le laboratoire de Haber ont prouvé que la chose était possible avec de petits arcs. Voir Haber et Kœnig : *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. 13, p. 725 (1907) ; t. 14, p. 689 (1908) ; t. 16, p. 789 (1910) ; Holwech et Kœnig, *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. 16, p. 803 (1910).

Par une autre méthode, Frank et Caro obtiennent du carbure de calcium en traitant par l'arc un mélange de chaux vive et de charbon ; le carbure de calcium conduit au cyanamide de calcium. Actuellement, on combine ainsi 36 000 t d'azote par an. Le cyanamide de calcium est employé comme engrais, ou bien décomposé par la vapeur d'eau pour donner de l'ammoniaque. Le rendement est de 50 g d'azote combiné par kilowatt-heure.

La méthode de Serpek exige à peu près la même quantité d'énergie. Elle est basée sur la transformation d'un mélange d'alumine, de charbon et d'azote en azoture d'aluminium. L'énergie électrique est nécessaire pour monter à la température à laquelle la réaction est rapide. En partant de la bauxite et en employant la méthode de Bayer pour produire l'alumine, la méthode Serpek peut être employée comme premier traitement et l'ammoniaque obtenue comme produit.

Toutes ces réactions exigent une grande dépense d'énergie électrique. Elles ne s'effectueraient jamais spontanément à des températures basses. Ces faits s'expliquent par les considérations thermodynamiques.

Théoriquement on peut remplacer l'énergie électrique par tout autre moyen d'obtenir une température élevée. La question de l'emploi des flammes pour obtenir Az^2O^2 à partir de l'azote de l'air peut se poser. Mais les conditions d'équilibre entre Az^2O^2 et AzO

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont si peu favorables à la production de Az^2O^2 à la température de l'arc électrique, le sont encore moins aux températures données par les flammes ou par les explosions. Aussi, on n'arrive à produire qu'une molécule de AzO pour seize d'acide carbonique en partant de l'oxyde de carbone. Ces résultats ne peuvent s'obtenir qu'au moyen d'air mélangé d'une quantité suffisante d'oxygène pour élever la température de combustion.

M. Haber a cherché, de son côté, à former de l'ammoniaque par combinaison directe de l'azote et de l'hydrogène. D'après les lois de la thermodynamique, la chaleur de combinaison a une valeur positive, ce qui prouve que c'est uniquement par suite du manque de vitesse de la réaction que les éléments ne se combinent pas directement. Mais si la température s'élève, la valeur thermodynamique de l'équilibre empêche toute combinaison directe. La théorie et l'expérience prouvent que la meilleure proportion du mélange d'azote et d'hydrogène pour la production de l'ammoniaque est de 1 : 3. Dans la formation de l'ammoniaque, le nombre de molécules diminue de quatre à deux, et par suite la quantité d'ammoniaque pour l'équilibre thermodynamique est proportionnelle à la pression. Ces proportions sont données par le tableau suivant, correspondant à diverses températures.

Pressions (en atmosphères.)	Températures (en degrés centigrades.)				
	550°	650°	750°	850°	950°
1	0,0769	0,0321	0,0159	0,0089	0,0056
100	6,70	3,02	1,54	0,874	0,542
200	11,9	5,71	2,99	1,68	1,07

La synthèse de l'ammoniaque est industriellement possible si l'on peut atteindre assez rapidement l'équilibre à une pression très élevée. Le courant d'azote et d'hydrogène doit circuler de façon que l'ammoniaque formée par le passage sur une substance catalysante soit retirée par absorption ou refroidissement avant un nouveau passage des gaz. Il était nécessaire de se familiariser avec les réactions des gaz à haute température, et d'étudier les substances catalysantes. M. Haber a étudié cette question avec Robert Le Rossignol. Voir Haber et Le Rossignol : *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. 14, p. 181, 513, 688; et t. 19, p. 53. *Ber. der deutschen Chem. Ges.*, t. 140, p. 2146.

Les expérimentateurs ont essayé les métaux qui d'après la classification périodique sont apparentés au fer, au manganèse, au chrome et au nickel. L'osmium est un excellent catalyseur, s'il se trouve très divisé, ce qu'on obtient en décomposant par la chaleur le chlorure d'osmyl-diamine. L'uranium s'emploie avantageusement sous forme de carbure; celui-ci se change en azoture dans le courant d'azote. Avec ces substances, on peut obtenir la proportion d'ammoniaque théorique entre les températures de 500° à 600°, dans un courant gazeux assez rapide. On obtient facilement 1 kg d'ammoniaque et plus, par heure et par litre occupé par le catalyseur. La réaction dégage 13 000 calories-grammes par gramme d'ammoniaque formé et permet de se passer de chauffage. La Badische Anilin- und Soda-Fabrik a repris et complété ces résultats. Partant d'observations sur l'influence que les impuretés exercent sur le pouvoir catalyseur, certaines augmentant ce pouvoir et d'autres le réduisant à zéro, on a pu accroître l'activité de certains catalyseurs et la rendre comparable à celle de l'osmium. Les difficultés que présente la construction des fours à pressions élevées ont été résolues. Les méthodes de purification de l'hydrogène ont été développées et il semble que la méthode passera bientôt dans la pratique industrielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conductibilité thermique des briques en silice et des briques en argile. — Dans une lettre adressée à la rédaction de *Metallurgical and chemical Engineering* (1914, p. 74), M. S. M. Marshal expose que plusieurs revues ont comparé l'an dernier le pouvoir conducteur pour la chaleur des briques en silice avec celles en argile. Dans tous les cas les premières sont classées comme étant moins conductrices.

Dans la plupart des cas, on s'est rapporté aux essais de Wologdine publiés par la *Revue de Métallurgie* (juin 1909) [et subventionnés par la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale]. Voici quelques données citées par *Metallurgical and chemical Engineering* dans l'extrait qu'il en a donné en septembre 1909.

	Analyse.	Temp. de cuisson.	Conductibilité calorifique par 1°.
Briques en terre réfractaire.	78 SiO^2 ; 18 Al^2O^3, 3,3 Fe^2O^3 ; 5 CaO.	1 050°	0,0037
		1 300°	0,0050
Briques en terre réfractaire.	66 SiO^2 ; 29 Al^2O^3, 4 Fe^2O^3 ; 5 CaO.	1 050°	0,0035
		1 300°	0,0042
Briques en silice	94 SiO^2 ; 1 Al^2O^3, 2 Fe^2O^3 : 2 CaO.	1 050°	0,0020
		1 300°	0,0031

La conductibilité calorifique des briques en silice cuites vers 1 600° est plus grande que pour les terres. On s'attendrait à ce que la conductibilité variât d'une façon très régulière avec la proportion de silice. La conductibilité croît avec la température de cuisson ; mais les briques de silice sont cuites à une température supérieure à 1 300° et cette température est de 125° à 225° plus élevée que celle usitée pour les briques d'argile. Les résultats peuvent être justes pour les matières essayées, mais ils peuvent aussi, conclut M. Marshal, ne pas s'appliquer à des matières différentes.

Dallages à l'émeri. — Des essais de dallages à l'émeri, effectués en 1912 dans les casernes de Toulon, ont donné des résultats satisfaisants. On exécute ces dallages en mettant d'abord un fond en béton de 8 cm d'épaisseur, le béton composé de 200 kg de ciment Portland pour 1 m^3 de gravier fin. Au-dessus, on place un enduit de 2 cm d'épaisseur en mortier de ciment composé de 1 200 kg de ciment Portland pour 1m^3 de sable de mer. Enfin, on répand uniformément sur l'enduit une couche d'émeri en grains n° 14, en espaçant les grains de façon à égaliser les pleins et les vides, puis en les enfonçant dans le ciment avant sa prise avec le plat de la truelle, enfin lissant la surface. D'après la *Revue du Génie militaire* de janvier, l'emploi de l'émeri en grains n'augmente les prix que de 1,70 f par m^2, alors que les dallages au carborundum sont beaucoup plus chers. Les dallages en essai à Toulon ont été soumis pendant plus d'un an à une circulation très active, sans présenter de trace apparente d'usure.

Les écorces de chêne pour le tannage des cuirs. — A l'une des dernières séances de la Société des Experts-Chimistes de France (voir les *Annales des falsifications* de janvier 1914), la question du tannage des cuirs par le moyen des écorces de chêne a été l'objet d'une discussion intéressante.

Voici comment le président, M. Cazeneuve, a résumé l'état des controverses récentes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« D'une part, les producteurs d'écorces de chêne, fournisseurs des tanneries, ont vu peu à peu diminuer les demandes et les prix de ces écorces, à tel point que le revenu des forêts productrices d'écorces de chêne est presque anéanti. La Société centrale d'Agriculture du Gard s'est faite l'écho de ces doléances ; elle a protesté auprès du Ministre de l'Agriculture, accusant la fraude des cuirs de ruiner aujourd'hui la culture forestière, comme la fraude des vins faisait naguère la ruine de la viticulture. Elle a demandé qu'une marque spéciale soit apposée sur les cuirs exclusivement préparés à l'écorce de chêne, sous la surveillance d'agents de l'État spécialement chargés de ce soin ; et elle a demandé que les Ministres de la Guerre et de la Marine exigent de leurs fournisseurs l'emploi exclusif de l'écorce de chêne. M. Devèze, député du Gard, a déposé une proposition de loi en ce sens. »

« Par contre, les tanneurs, dont l'opinion est représentée par le Syndicat des Cuirs et Peaux, protestent contre une accusation de fraude aussi générale, et réclamant le bénéfice des progrès des sciences et de l'industrie, ils s'opposent à l'ingérence des agents de l'État dans une fabrication où les clients savent bien reconnaître, à leurs caractères et à leur prix, les produits des différentes qualités. »

M. Eugène Roux exposa ensuite qu'on ne peut admettre dans son entier la thèse soutenue par les pétitionnaires. Ceux-ci posent comme un axiome que l'acheteur veut du cuir tanné à l'écorce de chêne, ce cuir seul étant bon et durable. Or, il n'est pas douteux que les cuirs chromés, et que ceux préparés au moyen de mélanges tannants appropriés, peuvent avoir des qualités spéciales qui les rendent égaux ou supérieurs, pour certains usages, aux produits obtenus exclusivement à l'écorce de chêne.

Le droit de constituer une marque, pour caractériser les cuirs préparés à l'écorce de chêne, est incontestable. La marque des savons de Marseille, celle même des cuirs de Château-Renault en sont des exemples. Mais autre chose est de charger le gouvernement de contrôler la fabrication et l'application de la marque. Or, d'après ce qui vient d'être dit, il est bien difficile de caractériser rigoureusement le cuir tanné exclusivement à l'écorce de chêne.

M. Arpin exposa, de son côté, que si l'industrie forestière périclite en ce qui concerne l'écoulement des écorces de chêne, elle est florissante en ce qui concerne l'utilisation du bois de châtaignier, dont la consommation est grande en France pour la fabrication des extraits. L'exportation de ce bois a augmenté considérablement ; en 1907 on exportait 58 872 t, alors qu'en 1912, ce chiffre passait à 104 680 t.

« La diminution de l'emploi de l'écorce de chêne est due à l'intervention de procédés nouveaux de tannage et à l'apparition de substances tannantes non utilisées jusqu'ici et dont beaucoup viennent de nos colonies.

« Le cuir au chrome, très employé aujourd'hui pour la chaussure, la sellerie, la bourrellerie, les automobiles et autres emplois industriels, supprime à lui seul 100 000 000 kg d'écorces de chêne par an. C'est un cuir excellent.

« Les tanneurs préfèrent l'emploi des extraits qui donnent le tannin au même prix que l'écorce de chêne et qui sont beaucoup plus commodes pour eux, car ils se livrent au fur et à mesure des besoins, avec des garanties de richesse, de densité et de coloration toujours uniformes, tandis que l'écorce de chêne s'achète en une seule fois pour l'année ; elle est volumineuse et elle est vendue sans garantie d'humidité et de tannin ; il faut encore la moudre avant l'emploi. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, M. JALADE exposa que la question comprend deux parties bien distinctes :

1° Le marquage des cuirs tannés à l'écorce de chêne ;

2° La répression des fraudes dans le commerce des cuirs.

Le marquage des cuirs à l'écorce de chêne est demandé dans le but de relever les cours d'une substance tombée en défaveur.

Or, dit M. Jalade, au point de vue de la rapidité de l'absorption des tannins, l'écorce de chêne est inférieure au québracho ; elle l'est aussi au châtaignier, son voisin dans nos bois, pour le rendement en cuir ; elle l'est à la valonée pour la fermeté nécessaire au cuir à semelle. En revanche, de toutes les substances tannantes, elle est la moins riche en matières résineuses, conditions très favorables pour le tannage. Mais elle est encore celle dont le prix de revient au tanneur est le plus élevé ; comme conséquence, le cuir au tan et à la jusée est le plus cher, condition peu avantageuse pour la vente au consommateur. Enfin, le tannage des peaux par les procédés aux sels de chrome a écarté des tanneries une quantité énorme d'écorce de chêne, autrefois uniquement employée pour la préparation des cuirs à empeignes, presque entièrement fabriqués aujourd'hui en cuir chromé, en raison de sa plus grande résistance, de sa souplesse parfaite, et de la grande facilité offerte à la teinture, d'après les caprices de la mode.

Le tanneur moderne, éclairé par la science et instruit par l'expérience, ne se sert pas d'une substance tannante unique, mais d'un mélange de matières dont les propriétés sont complémentaires.

D'ailleurs un cuir vaut surtout par la façon de le fabriquer, plutôt que par les substances tannantes employées. Une mauvaise fabrication à l'écorce de chêne donnera du mauvais cuir.

« D'autre part, les travaux des professeurs Stiasny, Eitner, etc. qui ont fait naître des produits de synthèse donnant les réactions des tannins (néradol) et les résultats remarquables obtenus par M. le professeur Meunier, de Lyon, dans ses essais de tannage à la quinone, ne permettent-ils pas d'envisager, dans un avenir plus ou moins lointain, le tannage des peaux sans le secours des substances végétales? toutes les réserves étant faites sur le rôle encore inconnu joué, dans le tannage, par les diastases des végétaux.

« Comme la garance, comme l'indigo naturel, l'écorce de chêne subit les conséquences d'une évolution, et le marquage des cuirs, tel qu'il est demandé, paraît ne devoir conduire qu'à de cruelles désillusions.

« C'est la substance « peau » qui est la partie essentielle, l'ossature en quelque sorte et qui détermine la valeur d'un cuir. Toute pratique tendant à faire tomber en dessous d'une limite, qui reste à fixer d'ailleurs, la teneur en substance dermique devra être déclarée frauduleuse.

« En délimitant d'une façon suffisamment étroite les coefficients de rendement et de tannage, on rendra impossibles certaines opérations dont les conséquences sont désastreuses pour le cuir fini, comme, par exemple, un gonflement exagéré de la peau par les acides, dans le but d'augmenter le poids par une surcharge de tannins non combinés à la fibre, matières de remplissage des espaces interfibrillaires qui, se dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solvant au premier contact de l'eau, diminuent notablement l'imperméabilité du cuir et sa résistance. »

La discussion, à laquelle ont pris part notamment MM. Coudon, Eug. Roux, A. Ch. Girard et René-Bloch, fait ressortir la complexité de la question. M. Jalade en donnera un exposé complet dans un prochain numéro des *Annales des Falsifications*.

Par ailleurs, un grand nombre de vœux ont été transmis au ministre de l'Agriculture en faveur de la répression des fraudes dans le commerce des cuirs.

Dans une réponse à M. Albert Métin qui s'était fait le représentant de ces vœux, le ministre de l'Agriculture constate que certaines pratiques, qui ont pour objet la surcharge des cuirs faits avec des extraits concentrés ou des sels lourds, leur décoloration ou leur maquillage présentent bien un caractère déloyal ; leur généralisation entraîne une diminution de l'emploi de l'écorce de chêne et, par suite, l'avilissement du cours de ce produit.

L'enquête à laquelle procède le Département de l'Agriculture permettra de tracer la limite entre les pratiques licites de la tannerie et celles qu'il convient de prohiber. Il sera possible, dès lors, de demander aux diverses administrations publiques que leurs cahiers des charges soient mis en harmonie avec les conclusions de cette recherche.

Un autre document intéressant sur la même question est le rapport sur le tannage à l'écorce de chêne que M. Perrin a présenté à la Chambre de commerce de Lyon, à propos du projet de loi ayant pour effet la création d'une marque légale sur les cuirs tannés à l'écorce de chêne pure.

Les marchands d'écorces se plaignent amèrement de la mévente de leurs produits. Il y a cinquante ans, c'étaient les propriétaires forestiers de l'époque qui se refusaient à écorcer davantage, en alléguant les inconvénients de l'écorçage pour la sylviculture et le peu de bénéfices réalisés.

La moyenne des prix payés par la tannerie, de 1855 à 1863, a été de 113,75 f en 1855, 148,52 f en 1863, avec un maximum de 182 f en 1860. L'écorçage était payé de 20 à 30 f par 1 000 kg d'écorces, il y a vingt ans, et la mise en gare, de 5 à 6 f; ces prix ont passé à 40-50 f et 8-10 f. Les frais de l'écorçage ont donc doublé.

Les causes de la diminution de l'emploi de l'écorce sont nombreuses. — L'exportation a subi une diminution énorme ; elle a passé de 47 000 000 kg en 1889, à 14 000 000 kg en 1912. — L'introduction du tannage au chrome, qui s'est substitué à 60 000 000 kg d'écorce pour la seule partie « veau », a entraîné une perte sensible ; les essais du cuir à semelles tanné au chrome ont donné des résultats supérieurs en durée au tannage à l'écorce. Pour toutes les peaux à dessus de chaussures, pour la chèvre, pour les chevreaux, le tannage au chrome donne un cuir plus souple, plus doux au pied, plus joli à l'œil, plus résistant. — L'emploi de matières exotiques, myrobolans, valonée, dividivi, mimosa, se généralise de plus en plus. — Enfin, l'utilisation des extraits tannants a orienté la tannerie en dehors des écorces de chêne, trop souvent livrées sans soins.

Le Congrès forestier de 1913 a émis le vœu que les administrations publiques n'acceptent plus que des cuirs et peaux tannés à l'écorce de chêne, et que les Pouvoirs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

publics instituent une marque légale. Le projet de loi dressé à la suite de ce vote nous ramènerait sept siècles en arrière, au temps des *maîtres du marteau* du XIII^e^ siècle. Il ne tient aucun compte des progrès de l'industrie des cuirs et de sa situation actuelle, tant en France qu'à l'étranger, ni des variations que peut subir une même fabrication, donnant un bon cuir, ou un cuir creux. Les épreuves de réception que doivent subir les cuirs destinés à l'armée permettent de se rendre compte si un cuir a été trop travaillé, s'il l'a été trop rapidement, s'il a été chargé frauduleusement, s'il a les qualités de souplesse, de résistance, d'imperméabilisation voulues.

Les fraudes doivent être réprimées. Mais il n'y a aucune raison pour que l'État intervienne dans la technique d'une industrie, si l'on ne veut arrêter tout progrès.

Sur le trinitrotoluène. — Le trinitrotoluène ou trinitrotoluol a les honneurs de l'actualité. Après l'article du capitaine Peloux, que les Notes de Chimie ont résumé (voir le *Bulletin* de décembre 1913, p. 607), il faut citer deux articles fort intéressants publiés dans le *Zeitschrift für das gesamte Schiess- und Sprengstoffwesen* (n^os^ 21 et 22 de septembre 1913).

Ces articles et une note complémentaire de M. Peloux (*Revue d'artillerie*, décembre 1913, p. 261) renferment quelques données historiques intéressantes.

Les premiers essais de nitration du toluène furent faits par Deville en 1841. En 1880, Hepp obtint du trinitrotoluène symétrique (méta); Haüssermann, en 1891, posa les bases d'un procédé de fabrication industrielle que la Fabrique de produits chimiques de Griesheim appliqua aussitôt. C'est de cette époque que datent les premiers essais entrepris pour l'employer comme explosif.

L'Allemagne l'adopta vers 1902, puis ce fut le tour de l'Italie, de l'Espagne et de la Russie. La *Revue d'Artillerie* note que, dès 1894, le lieutenant-colonel, alors capitaine, Koehler fabriquait industriellement du trinitrotoluène pur à la Pyrotechnie de Bourges.

Dès 1881, Turpin avait indiqué le trinitrotoluène comme base d'une de ses panclastites (*Sur la force des matières explosives*, par M. Berthelot, Paris, 1883, p. 139 et 167). Les brevets pris par Turpin à partir de 1885 concernent l'emploi des composés explosifs nitreux de la série aromatique.

En Allemagne, Bichel et König avaient obtenu en 1901 plusieurs kilos de trinitrotoluol à l'usine Carbonite de Schlebusch. Le docteur Jahn s'appliqua à réaliser industriellement la production de ce corps à l'état pur.

« L'artillerie employa jusqu'en 1880 la poudre noire au chargement des shrapnels; mais le siège de Plevna (1877) mit en évidence l'inefficacité de ce chargement. On chercha un explosif capable de projeter avec violence les éclats de l'enveloppe et les balles des shrapnels, ayant une vitesse d'explosion de 6 000 à 7 000 m par seconde et doué d'une très grande insensibilité aux chocs. Ce fut Turpin qui, en 1885, proposa, pour le chargement des obus, l'acide picrique, explosif que Sprengel avait mentionné en 1873. La France l'adopta en 1886, puis l'Allemagne en 1888, l'Italie, l'Angleterre et le Japon. Dans ces dernières années, l'Allemagne, l'Italie, la Russie et l'Espagne ont presque abandonné l'acide picrique pour le remplacer par le trinitrotoluène; l'Angleterre, la France et les États-Unis sont en train de suivre leur exemple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les points de fusion des trois trinitrotoluènes α, β et γ sont 80°, 112° et 104°; l'α est l'explosif militaire. D'après des travaux récents, il est possible de comprimer l'acide picrique et le trinitrotoluène à des pressions bien supérieures à celles que M. Peloux a indiquées.

Une explosion de poudre d'amidon. — En addition aux notes antérieures traitant d'explosion de poussières combustibles (février 1909, p. 216, et novembre 1913, p. 448), citons ce que dit M. William M. Grosvenor (*J. of the Soc. of Chemical Industry*) d'une explosion de poudre d'amidon.

On se demande souvent si une explosion de poussière est de prime abord une explosion, ou si l'on n'a pas au début une ignition qui produit une explosion dans un espace où les produits de la combustion sont confinés et où le combustible et l'air sont en quantités assez fortes.

L'explosion relatée s'est produite dans un séchoir d'amidon, pendant que des ouvriers le nettoyaient en balayant la poudre contre les parois. Quatre hommes assistèrent au début de l'explosion ; ils furent blessés, mais purent raconter ce qu'ils avaient vu.

Le séchoir consistait en trois cylindres horizontaux superposés et munis au centre d'un arbre avec des bras pelleteurs faisant avancer l'amidon vers la sortie. Deux hommes entrés dans le cylindre inférieur brossaient les parois en s'éclairant avec une lanterne ordinaire, contrairement aux règlements. Un autre ouvrier, étendu sous le cylindre, resserrait un cercle, et le chef de chantier, après avoir parlé aux ouvriers, ouvrait une porte pour sortir du bâtiment, lorsque l'explosion se produisit. Une langue de feu sortant du cylindre venait frapper le mur et s'étalait en lui barrant la sortie ; il s'enfuit par la porte opposée avec de graves brûlures. L'ouvrier qui se trouvait en dessous du cylindre s'échappa en rampant par la même porte, sans subir de brûlure grave. L'un des ouvriers était à l'extrémité du séchoir, la lanterne posée sur le plancher à un mètre environ de l'extrémité ; le deuxième ouvrier à 0,60 m plus loin. Le premier ouvrier atteignit avec sa brosse le canal de sortie d'air; il fit tomber à ses genoux un nuage de poussière qui s'étendit derrière lui jusqu'à la lanterne. Le deuxième ouvrier vit la poussière arriver autour de la lanterne et s'enflammer ; il s'enfuit vers la sortie. Le premier ouvrier vit la flamme entourer ses épaules et sa tête avec une vitesse qu'il évalue à 0,60 m par seconde ; il s'échappa également. Tous deux furent grièvement brûlés ; ils ont décrit l'atmosphère du cylindre, d'abord comme une masse de flammes, puis comme une fumée noire. Aucun des ouvriers ne ressentit de choc ; ils n'eurent d'autre mal que leurs brûlures.

Cependant une explosion se produisit, soulevant la toiture, coupant les murs à un mètre de terre sur un coin et diagonalement sur les deux côtés, soulevant et faisant tomber un réservoir d'eau qui se trouvait sur le toit. Le séchoir où les ouvriers avaient été brûlés resta intact. Une partie des tuyaux d'arrosage furent fondus ; ils noyèrent les débris qui avaient pris feu et furent bientôt éteints. On compte que la fuite des deux premiers ouvriers se fit en 5 à 8 secondes et celle des autres en 15 à 20 secondes. L'explosion ne se produisit qu'après que la flamme passant par les canaux garnis de poussière d'amidon eut atteint le cylindre placé en dessus de celui où la poussière s'était enflammée. Le plancher du second étage avait reçu une poussée vers le bas ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les murs une poussée vers l'extérieur. Ni les poutres, ni les briques ne furent broyées par l'explosion.

De tous ces faits, on peut conclure que l'explosion dans le cas de l'amidon est précédée, pendant un temps très appréciable et sur un espace assez long, par une combustion ; l'explosion résulte seulement du confinement des gaz dilatés produits par la combustion.

D'après le docteur A. Bresseman, ce qui caractérise les explosions de poussières, c'est la chaleur dégagée et les incendies qui s'ensuivent. On ne sait si le dégagement de gaz est nécessaire pour la transmission de la flamme dans les explosions de poussières, ou si la transmission peut se faire entre parcelles solides.

Le docteur L. H. Backeland signale comme cause possible d'explosion de poussières le frottement entre celles-ci et d'autres corps solides. Il a constaté une grave explosion produite par l'électricité statique que dégage le frottement d'une matière sur une paroi en bois ; l'on empêchera le renouvellement d'accidents de ce genre en remplaçant les conduites en bois par des conduites métalliques.

Le docteur Grosvenor est d'avis qu'on ne peut comparer les explosions de poussières dans les établissements aux explosions de poussières des mines de charbon ; car dans les mines, la poussière de charbon est toujours accompagnée de grisou qui, en proportion trop faible, il est vrai, pour fournir seul un mélange détonant, n'en augmente pas moins énormément la rapidité de la flamme. Avec la poudre d'amidon, pour six parties de combustible il y a cinq parties d'eau qui doivent être évaporées avant que la combustion ne s'opère, ce qui explique la lenteur de propagation de la flamme.

Saumure nitrée pour beurres. — L'addition au beurre frais d'un mélange salin formé de 6 parties de bicarbonate de soude et d'une partie de nitrate de potasse ou de soude purs a été demandée par la Chambre de commerce britannique à Paris. Le ministre de l'Agriculture a saisi le Conseil supérieur d'hygiène publique. M. Bordas, chargé du rapport, a fait adopter l'avis qu'il n'y a pas lieu d'additionner le beurre, en vue d'assurer sa conservation, d'aucun produit chimique autre que le sel ordinaire.

Pour fabriquer du bon beurre et obtenir un produit consistant, il est nécessaire, dit M. Bordas, d'avoir un lait propre, de l'écrémer rapidement, de pasteuriser la crème, de l'ensemencer avec des cultures pures, de la laisser mûrir, de la baratter, de malaxer enfin le beurre.

Mais à quelques-uns, il importe peu que la crème soit envahie par les ferments de la caséine. Ce qu'il faut, c'est un produit chimique qui, ajouté au beurre, masquera la qualité initiale de la matière première employée et lui refera en outre une sorte de virginité lui permettant de lutter plus ou moins avantageusement contre la marchandise de bon aloi, dont la conservation parfaite est la conséquence d'une fabrication irréprochable.

Ce que l'on veut, en résumé, insiste M. Bordas, c'est le droit de pouvoir tromper victorieusement le consommateur !

Dans la charcuterie, on utilise des liquides conservateurs, des saumures qui sont des solutions concentrées de chlorure de sodium additionnées d'environ 1 p. 100 de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nitrate de potasse. Cette formule type peut être légèrement modifiée par l'adjonction de sucre, d'ingrédients divers sans grande importance. Il est un fait certain, c'est que les saumures sont toujours des liquides très riches en micro-organismes les plus variés et cela a toujours paru inévitablement paradoxal : que la viande puisse se conserver dans un pareil milieu.

La saumure est donc une solution presque exclusivement composée de chlorure de sodium ; le nitrate de potasse qu'elle renferme n'a pour but que de provoquer une coloration rosée de la viande, c'est un fait démontré. Le nitrate de potasse, pas plus que le nitrate de soude, ne possède de pouvoir antiseptique réel ; à cette dose de 1gr par litre, on peut dire que son action est nulle.

Le beurre additionné de bicarbonate de soude conserve son activité initiale ; les échantillons additionnés de bicarbonate et de nitrate de soude ou de potasse fournissent des résultats analytiques identiques à ceux obtenus avec l'échantillon de beurre simplement bicarbonaté.

Le nitrate de soude est donc bien inutile. Quant au rôle du bicarbonate de soude, ce n'est pas à proprement parler un antiseptique : il joue dans le beurre le même rôle que celui qu'il joue dans le lait, il sature les différents acides qui se produisent sous l'influence du rancissement. Sa présence a aussi pour conséquence de modifier la couleur du produit, de lui donner un goût suiffeux, savonneux, qui s'explique facilement par une véritable saponification de la matière grasse.

Ces raisons semblent suffisantes pour refuser de donner un avis favorable.

Mais il y a un côté aussi grave, c'est la possibilité de travailler des beurres rances et altérés, qui peuvent, après avoir été désacidifiés et malaxés avec du lait, être ensuite mélangés en proportions variables à des beurres normaux. Actuellement, cette opération est difficilement réalisable, sans révéler, à l'examen des cendres, une alcalinité anormale. Si on admettait le travail au bicarbonate de sodium, les Services des Fraudes seraient désarmés.

Oxalate dans les vins. — A quoi peut-on attribuer la présence illégale et antihygiénique de cristaux d'oxalate de calcium dans des vins blancs? M. H. Fouzes-Diacon, professeur à l'Université de Montpellier, en explique comme il suit la cause (*Annales des falsifications* de janvier).

Prennent-ils naissance dans la fermentation vinaire? constituent-ils une impureté des acides tartrique ou citrique employés par le commerce des vins? révèlent-ils au contraire une opération frauduleuse dont la gravité n'aurait pas frappé ceux auxquels un commerce spécial l'aurait conseillée, sous l'affirmation qu'elle échapperait à la perspicacité des chimistes?

La grande préoccupation du commerce des vins blancs est de livrer à sa clientèle des vins d'une limpidité parfaite et d'une tenue irréprochable. Or, les vins blancs sont très sujets à la casse blanche, maladie qui se traduit par une sorte de trouble laiteux, opalescent, accompagné d'un léger dépôt blanchâtre.

M. Bouffard attribue un rôle important aux sels de chaux dans ce défaut des vins. Ce savant œnologue a démontré que l'acide citrique est spécifique contre la casse blanche des vins blancs et des vins rouges (*Casse des vins et leur traitement*, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. A. Bouffard; Coulet et fils, éditeurs, 1902). Aussi, cet acide est-il employé par tous les négociants, d'une façon légale, pour stabiliser en quelque sorte la partie de la chaux qui paraît mal fixée et s'insolubilise constamment en provoquant le louchissement de tels vins ; le citrate de calcium est en effet un sel très soluble.

Ce remède n'a pas paru suffisamment énergique à quelques commerçants qui n'ont pas hésité à employer un corps présentant la propriété inverse de précipiter intégralement la partie de la chaux qui s'insolubilise lentement dans les vins atteints de la casse blanche. En pratique, une dose de 18 à 20 g d'acide oxalique par hectolitre est suffisante pour atteindre ce but; elle précipite 0,088 g d'oxyde de calcium par litre, c'est-à-dire le quart environ de la quantité qu'en renferment les vins normaux.

Cette opération illicite est signalée par M. Blarez dans son *Traité des Vins et Spiritueux*, dans les termes suivants : « Si la dose d'oxalate de potasse est employée mathématiquement, l'acide oxalique est précipité à l'état d'oxalate de chaux; mais si la dose est trop forte, ce sel, qui est très toxique, reste dans le vin. »

M. le docteur Fouzes-Diacon conclut de ses recherches que, dans le traitement illicite des vins blancs par l'acide oxalique ou son sel de potassium, une faible partie du toxique reste en dissolution pendant un certain temps alors même qu'il n'a pas été employé en excès. La proportion qu'en renferment les vins blancs est d'autant plus grande que leur acidité totale est plus élevée et qu'ils ont été plus fortement sulfités.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. HITIER
Membre du Conseil.

LA CRISE DE LA MAIN-D'ŒUVRE AGRICOLE EN FRANCE

La semaine du 15 au 22 février a été pour les agriculteurs la « grande semaine agricole » de 1914 : exposition des animaux gras et des produits agricoles au Grand Palais; exposition et vaste foire aux machines sur l'Esplanade des Invalides; réunions à Paris des différentes sociétés agricoles, viticoles, forestières, etc.

Or il est une question que l'on retrouve, cette année, à l'ordre du jour de toutes ces sociétés agricoles, c'est celle du rôle de la femme dans la vie rurale. La Société nationale d'Encouragement pour l'Agriculture, par exemple, à l'occasion de sa session annuelle, avait organisé un *Congrès de l'Intérieur de la Ferme*, où fut mise en évidence l'importance du rôle de la femme en agriculture au point de vue professionnel et aux points de vue moral et social. Lors de ce congrès, l'enseignement ménager agricole, les cercles de fermières, l'hygiène de la famille à la campagne, autant de questions qui furent étudiées et exposées par des Dames s'étant depuis quelque temps déjà spécialement occupées de ces sujets.

A la Société des Agriculteurs de France une journée avait été réservée à la Section des Dames et plusieurs d'entre elles, avec beaucoup d'éloquence et une véritable ardeur d'apôtre, vinrent montrer les résultats obtenus par l'initiative privée dans les mêmes questions de l'enseignement ménager agricole et des cercles de fermières.

Le Syndicat central des Agriculteurs de France, de son côté, avait inscrit à l'ordre du jour de son assemblée : le rôle de la femme dans la vie rurale.

Durant cette même semaine enfin, par une coïncidence fortuite se poursuivait, à la Chambre des Députés, le budget de l'agriculture. Et, à propos de l'enseignement agricole, une des questions, sur lesquelles tour à tour des députés d'opinions les plus diverses attirèrent l'attention du Parlement, fut encore celle de l'enseignement ménager et des écoles ménagères ambulantes.

Pourquoi, actuellement, cette préoccupation de l'opinion sur un tel sujet? C'est que, de tous côtés, en agriculture et quelle que soit la région, quels que soient la forme de la propriété, la grandeur de l'exploitation, le mode de faire valoir, etc., etc., le principal souci de tous les chefs de culture est la crise de la main-d'œuvre ; et, alors, pour retenir l'homme aux champs, pour lui rendre la vie plus attrayante et plus facile, on cherche tous les moyens d'y retenir d'abord la femme en enseignant à celle-ci comment elle peut contribuer à assurer la prospérité de la ferme et du ménage de l'agriculteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Que la crise de la main-d'œuvre agricole soit la préoccupation de tous les agriculteurs, c'est ce qui ressort, une fois de plus, nettement des vœux émis par les réunions départementales des membres de la Société des Agriculteurs de France. Ceux-ci, quelques semaines avant la date de la session de la Société à Paris, sont appelés dans des réunions départementales à formuler des vœux au sujet des questions qui leur paraissent de la plus grande actualité et devraient être l'objet de l'étude la plus sérieuse.

Il y a quelques années encore ces vœux avaient trait à des questions d'ordre économique, aux questions douanières, ou à des questions techniques telles que l'application des engrais, les maladies du bétail, etc.; en 1914, les réunions du Calvados, du Cher, de la Dordogne, d'Eure-et-Loir, des Landes, de la Haute-Marne, du Morbihan, de la Sarthe, de la Somme, etc., etc., c'est-à-dire des régions les plus diverses de la France ont toutes appelé l'attention de la Société des Agriculteurs de France, avant tout, sur la crise de la main-d'œuvre agricole.

Précisément notre très distingué collègue M. A. Souchon, professeur à la Faculté de Droit et maître de conférences à l'Institut national agronomique, vient de publier sur ce sujet : *la crise de la main-d'œuvre agricole en France*, un ouvrage des plus complets, des mieux documentés, qui, du reste, dès son apparition, a recueilli des différentes Sociétés d'Agriculture et des milieux les plus autorisés et les plus compétents, les éloges les plus flatteurs et cela à très juste titre (1). Ses enseignements *lumineux* sont à méditer, selon l'espression qu'employait M. Ed. Théry en analysant l'ouvrage de M. Souchon devant la Société nationale d'Agriculture de France.

Je voudrais essayer dans ces Notes d'Agriculture de montrer comment M. Souchon pose le problème de la crise de la main-d'œuvre, comment il envisage les solutions qui pourraient être apportées pour rendre la crise moins aiguë, comment enfin, il a su toujours rattacher les questions particulières aux grandes lois économiques, et mettre en lumière certaines incidences trop souvent méconnues.

« Pendant les vingt dernières années du XIXe siècle, l'agriculture française, du fait de ce qu'on a appelé la *crise agricole*, a été durement éprouvée, et chacun sait comment elle a été essentiellement constituée par une sorte de mévente généralisée des grands produits de la terre. Depuis une dizaine d'années environ, alors qu'on commençait à désespérer, les prix sont revenus à des taux plus rémunérateurs. Et il s'ensuit une tendance au relèvement dans la valeur à la fois des propriétés foncières, du taux des fermages et des salaires agricoles; tous ces éléments s'étant trouvés déprimés ou comprimés dans leur essor normal, pendant les années de crise.

« Est-ce à dire, continue M. Souchon, que ces nouvelles prospérités soient sans ombre? Il y aurait, à le croire, excès d'optimisme. Et de redoutables difficultés se dressent, au contraire, devant nos cultivateurs, dont on peut dire sans exagération qu'elles sont une crise nouvelle. C'est une crise de main-d'œuvre. Elle est constituée par deux ordres de faits : d'abord, nos campagnes se dépeuplent de plus en plus. La natalité s'abaisse au village comme à la ville, et ceux qu'entre tous attire la « ville tentaculaire » sont les ouvriers agricoles. D'autre part, les rapports entre les employeurs et les salariés paraissent s'altérer. La preuve en est dans l'éclosion sur bien des points

(1) *La crise de la main-d'œuvre agricole en France*, par A. Souchon, vol. de 452 pages. Paris, librairie Arthur Rousseau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du territoire de syndicats rouges, résolument hostiles au patronat, et, derrière ces syndicats, dans la multiplication des grèves agricoles. »

M. Souchon, dans son ouvrage, reprend dans son ensemble l'étude de la crise de la main-d'œuvre agricole en France.

A propos de la dépopulation rurale, tout d'abord, avec une science remarquable et une parfaite clarté, il groupe les chiffres et les renseignements les plus récents et met ensuite en relief d'une façon saisissante toutes les conséquences d'ordre économique moral et social qui sont la suite nécessaire du dépeuplement de nos campagnes.

Le sujet avait déjà bien souvent été traité, mais il n'en est pas de même de la question des syndicats et des grèves d'ouvriers agricoles. Aussi M. Souchon a-t-il tenu à y insister davantage et il a écrit une véritable histoire du socialisme agraire « dans les faits » selon sa juste expression, en conduisant successivement le lecteur à travers bien des régions françaises, dans les forêts de la Nièvre et du Cher, chez les résiniers des Landes et les feuillardiers du Limousin, dans les vignes du Bas-Languedoc et dans celles de la Marne, chez les métayers du Bourbonnais, chez les ouvriers du rayon de Paris et les jardiniers. « Derrière tant de manifestations diverses, nous apprenons ainsi à connaître une unité de doctrine et presque d'action avec les efforts qui aspirent à grouper tout notre prolétariat agricole en une vaste fédération, filiale terrienne de la C. G. T. »

Les faits ayant été exposés, M. Souchon en recherche les causes ; pour y parvenir il trace une étude d'ensemble sur les conditions du travail et de la vie pour les ouvriers de notre agriculture ; il expose ce qui pourrait être fait pour dissiper les malentendus entre le patronat et le salariat, pour retenir les ouvriers au sol en leur faisant la vie rurale à la fois plus large et plus agréable. Son étude nous montre notamment ce qu'on peut espérer, ne fût-ce qu'en s'engageant résolument dans la voie qui améliorera les logements des domestiques et même des journaliers et qui conduira à la propriété un grand nombre d'entre eux.

Mais, l'ouvrage de M. Souchon ne vaut pas seulement par la science, la clarté, la précision avec lesquelles les faits sont exposés, groupés et rattachés aux grandes lois économiques. Le livre de M. Souchon est quelque chose de plus, *il fait réfléchir ;* c'est un ouvrage d'une très haute portée éducative et c'est ce qui lui donne une valeur supérieure. Citons, du reste, cette page de l'introduction qui, mieux que tout commentaire, montre dans quel esprit M. Souchon aborde et comprend cette question capitale de la crise de la main-d'œuvre agricole.

« Le moment n'est pas, dans une introduction, d'indiquer les conclusions auxquelles nous serons conduits, le chemin une fois parcouru. Mais une remarque d'ordre général s'impose dès maintenant. Elle doit être pour mettre une opposition entre la crise de la main-d'œuvre et la crise de mévente, celle d'aujourd'hui et celle d'hier : quand notre agriculture connut de si grandes souffrances en raison de la baisse dans les prix de ses principaux produits, on dut se demander quelles étaient les causes du mal. Et de grands débats s'engagèrent. Les uns, sans même parler d'éléments accessoires encore que quelquefois artificiellement grandis comme les fraudes ou les spéculations en bourse de marchandises, voyaient l'origine de la mévente surtout dans la concurrence des pays neufs. Les autres incriminaient des circonstances d'ordre monétaire, une appréciation de l'or due à des raisons diverses. Au-dessus de ces divergences, il y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a une certitude. C'est que la crise de mévente était d'ordre purement économique. Il en va tout autrement avec les difficultés de main-d'œuvre. Sans doute elles ont aussi leurs causes économiques. Nous verrons, par exemple, que l'exode vers la ville est dû, pour une grande part, à la différence entre les salaires de l'agriculture et ceux de l'industrie ; et il n'est pas niable qu'entre l'accroissement du bien-être matériel et l'abaissement des taux de la natalité il y a des liens de cause à effet. Or les salaires sont déterminés par des lois économiques, et c'est du jeu de ces lois que dépend aussi tout le mouvement de la richesse. Mais, par ailleurs, dans l'ensemble des questions que nous allons étudier, nous trouverons, au premier plan, des éléments d'ordre social et par conséquent d'ordre moral. Si les ouvriers de nos villages émigrent vers les grands centres en masses si considérables, c'est parce que rien ne les retient contre la tentation des salaires industriels, toutes les forces de tradition et de moralité capables de leur faire aimer la vie rurale ayant été volontairement détruites. Il est plus évident encore que là aussi est, à côté de la cause économique, et se confondant d'ailleurs avec elle, l'origine de nos insuffisances de natalité, et ce n'est pas davantage dans l'ordre matériel qu'il faut chercher les raisons des moins bons rapports entre le prolétariat agricole et ses patrons.

« De pareilles constatations ne sont pas pour conduire à l'optimisme. Il y a dans la vie économique, en dehors des équilibres qui tendent toujours à s'y rétablir, des retours imprévus. On parlait déjà d'une irrémédiable décadence des industries culturales de vieux pays comme le nôtre dans un monde aux trop grandes facilités de communication, quand les prix se sont brusquement relevés. Et la crise de mévente, précisément parce qu'elle était seulement économique, s'est liquidée d'elle-même. On ne peut pas raisonnablement croire qu'il en sera de même pour celle de main-d'œuvre. Le prochain avenir ne peut guère nous apporter que son aggravation. Et ceux mêmes, qui ne désespèrent pas d'un retour national contre les erreurs destructrices de notre temps seraient inconscients s'ils n'étaient pas prêts aux plus longues patiences. On ne reconstruit pas en quelques années ce que plus d'un siècle a détruit. Une rénovation morale ne se fait pas par révolution. Il y faut de longs efforts de toutes les heures et une foi inlassable. »

LES GRÈVES AGRICOLES

Nous ne pouvons ici suivre dans ses développements ou même analyser sommairement les différentes parties de l'ouvrage de M. Souchon ; nous voudrions simplement, à propos d'un des sujets traités, montrer tout l'intérêt de ses études au point de vue général : M. Souchon a donné, nous l'avons dit plus haut, une place très large dans son livre aux grèves agricoles, et écrit, en réalité, l'histoire du socialisme agraire dans nos campagnes ; quelle est l'importance de ce mouvement ? quels ont été les résultats des grèves ?

A côté de la dépopulation, élément primordial de la crise de la main-d'œuvre dont souffre notre agriculture, écrit M. Souchon, cette crise est faite aussi sur bien des points de moins bons rapports entre les salariés et leurs employeurs, de tout un mouvement de syndicalisme rouge agraire qui a déjà donné plus d'un conflit et reste gros de menaces. Pendant bien longtemps, on a considéré que la lutte des classes serait toujours le triste monopole des milieux industriels. Dans l'agriculture, disait-on, les ouvriers sont isolés les uns des autres. Ils mènent la même vie que leur patron, travaillant à côté de lui et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mangeant à sa table. Dans de pareilles conditions il n'y a pas place pour le développement des passions haineuses et les effectifs ruraux seront toujours du côté de l'ordre contre la révolution.

Jusqu'assez près de nous, les faits ont paru justifier ces optimismes. Avant la fin du XIXe siècle, sauf chez les bûcherons de la Nièvre et du Cher en conflit avec leurs employeurs dans les environs de 1890, il n'y a pas eu de grève sérieuse dans l'Agriculture française. Quand la loi de 1884 est venue ouvrir la voie aux syndicats, le mouvement qui les a créés a été fort différent à la campagne et à la ville. Et dans notre économie rurale, il a conduit à des milliers d'associations si fécondes, que bien souvent on a pu opposer leur bienfaits aux débuts sans sagesse de notre syndicalisme industriel. Mais, depuis une douzaine d'années, les choses prennent un aspect différent et M. Souchon nous expose la situation de plus d'une région agricole où la paix sociale a été gravement compromise, dans la Nièvre et le Cher par le fait des bûcherons, dans le Limousin par le fait des feuillardiers, dans les Landes par le fait des résiniers, dans le Bas-Languedoc et la Marne du fait des grèves des ouvriers occupés aux travaux de la vigne, dans le Bourbonnais du fait des métayers, dans le rayon de Paris du fait des ouvriers agricoles.

Du côté employeur et du côté employé, ce mouvement gréviste et syndicaliste n'a pas été naturellement apprécié de la même façon, les résultats en ont été présentés sous des jours très différents ; et de part et d'autre, souvent, peut-être trop facilement, a-t-on pris, comme toujours, ses désirs pour des réalités !

Ainsi du côté patronal l'on ne s'est certainement pas rendu compte du très grave danger de ce mouvement, là du moins où n'existent pas encore de syndicats ouvriers agricoles, et où le pays n'a pas été troublé par des grèves violentes. Or c'est le cas de la plupart de nos régions françaises où, comme le constate M. Souchon, il n'y a eu encore ni syndicats ni grèves d'ouvriers agricoles. En outre, dans nos campagnes, les grèves et les syndicats ont toujours été le fait des spécialités plutôt que d'ouvriers agricoles au sens le plus courant du mot : des vignerons, des bûcherons, des jardiniers, voilà le gros du bataillon des syndiqués ruraux. Même dans les spécialités où le syndicalisme s'est le mieux développé, jamais il n'a pu atteindre toute la profession ; dès lors beaucoup d'agriculteurs et le grand public n'ont accordé qu'une attention distraite aux grèves agricoles dont on aurait singulièrement exagéré la portée.

Cependant M. Souchon fait remarquer que, derrière des manifestations extérieures d'importance secondaire, il faut voir l'état des esprits et qu'alors on se rend compte que tant de menaces et tant de troubles récents ne sont pas sans gravité, qu'il n'est pas excessif de les présenter comme un élément primordial dans la crise de notre main-d'œuvre agricole.

« Quand les syndicalistes demandent des cotisations aux ouvriers des champs, quand ils veulent les embrigader dans des groupements compromettants auprès des patrons, quand ensuite ils veulent les lancer dans des grèves dont les conséquences apparaissent redoutables, ils trouvent en face d'eux bien des résistances et bien des hésitations. Et les articles si nombreux dans leurs publications, où ils déplorent le manque de « conscience » des masses rurales, leur sont inspirés par de sincères découragements. Mais peut-être les militants ne se rendent-ils pas compte eux-mêmes de tous les effets de leur propagande. Et parmi ceux qui semblent réfractaires à leur appel, plus d'un a retenu ce qui est facile : le néo-malthusianisme et le demi-sabo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tage par moindre effort. On a toujours chance d'être entendu quand on présente la paresse et l'égoïsme comme des devoirs. »

M. Souchon montre, d'ailleurs, que, si les grèves en agriculture sont difficiles à organiser, elles sont vite redoutables. La liberté du travail est en effet particulièrement difficile à assurer dans les campagnes là où les ouvriers sont isolés dans les champs; le sabotage-destructeur y est très facile; et enfin les ouvriers agricoles peuvent, bien plus facilement que ceux de la ville, intimider leurs patrons en choisissant bien leur moment; il suffit que le travail soit brusquement interrompu pour que les bestiaux soient exposés à périr faute de soins, les vaches, par exemple, faute de traite. Puis les ouvriers peuvent s'arrêter en pleine moisson, quand le temps menace, quand quelques heures seulement de résistance pourraient compromettre le revenu de toute l'année. Il y a là, dit M. Souchon, des dangers non pas spéciaux aux grèves agricoles, mais tout au moins plus grands quand il s'agit d'elles. Et on a dû se demander si la loi ne devrait pas tenir compte de ces particularités. La question a été depuis longtemps aperçue à l'étranger, notamment en Hongrie.

« Il n'est pas probable, que la législation française s'engage dans une voie pareille, et que, dans le droit de grève, elle fasse jamais une différence entre les travailleurs de l'industrie et ceux de l'agriculture. Mais un jour viendra où nous aurons, d'une façon générale, à reviser nos textes de loi sur la coalition et le chômage volontaire, à constituer un code de la grève. Il conviendra alors de se demander si des destructions sont plus licites parce qu'elles ont un caractère en quelque sorte négatif; et s'il n'y a pas à considérer les grévistes comme responsables des pertes matérielles venues de leurs brusques désertions. Une pareille conception serait partout équitable et féconde. Nulle part elle n'est aussi intéressante que pour l'agriculture.

« Là encore, du reste, comme en face du mal de dépopulation, le véritable remède n'est pas dans la loi, mais bien plutôt dans l'effort qui ramènerait les ouvriers ruraux à d'autres sentiments envers leurs employeurs... »

Du côté ouvrier, les grèves et la propagande syndicaliste ont-elles donné tous les résultats qui étaient espérés par les militants? Évidemment, non, et sur bien des points même le mouvement syndicaliste et gréviste est en pleine décadence dans nos campagnes.

Cependant un examen superficiel permettrait aux grévistes de considérer, comme le résultat de leur action, la hausse incontestable des salaires, des bûcherons du Nivernais, par exemple, des feuillardiers du Limousin, et il semblerait qu'ils n'eussent qu'à chanter victoire et à se réjouir.

M. Souchon est le premier à le reconnaître : Presque toutes leurs grèves se sont terminées par des concessions nouvelles du patronat, et on est assez près de la vérité en parlant d'un triplement des salaires depuis 1890 pour les bûcherons.

De tels résultats apparaissent, au premier abord, de nature à justifier les militants des syndicats quand ils représentent leur œuvre comme ayant transformé la vie des bûcherons. Mais M. Souchon fait remarquer qu'encore faudrait-il savoir quelle eût été la hausse des salaires sans les grèves; dans une étude des plus serrées sur les salaires en agriculture dans les différentes régions françaises, il établit que depuis vingt ans la rémunération des travailleurs agricoles s'est considérablement accrue sans qu'il soit besoin de syndicalisme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Et il apparaît dès lors que les conflits avec le patronat ont été l'occasion des améliorations du salaire et non pas leur cause profonde. L'histoire de notre agriculture en ces questions de travail est même à méditer pour ceux qui croient le progrès social impossible en dehors de toute action de la loi ou des organisations ouvrières, méconnaissant ainsi les forces spontanées de la vie économique... »

Contre les bûcherons, contre les feuillardiers qui ont obtenu une élévation des salaires, il peut y avoir et il y a des incidences que les militants de la grève et des syndicats ne paraissent pas voir. M. Souchon les met, au contraire, nettement en évidence. Pour les bûcherons de la Nièvre, il y a diminution dans la durée des campagnes forestières, parce que, avec des salaires très élevés, un plus grand nombre d'ouvriers sont attirés dans la forêt, parce que les coupes deviennent moins nombreuses, le taillis donnant des bénéfices presque nuls, en raison à la fois de la mévente et de la hausse dans les prix du travail ; l'écorçage du chêne tend aussi à être abandonné au plus grand désavantage des bûcherons, les conditions exigées par les syndicats, à un moment précisément de diminution du prix de l'écorce, ôtant tout profit à cette opération.

Depuis 1900, les feuillardiers du Limousin, à la suite des grèves, ont vu leurs salaires augmenter de 40 à 50 p. 100. Mais cet accroissement du prix de leur travail doit nécessairement se retrouver soit en augmentation dans celui du feuillard, soit en diminution dans les offres des marchands à la propriété. Et des deux côtés on aperçoit péril pour les ouvriers. « Si leur feuillard se vend plus cher, la concurrence du fer, celle aussi des encerclements en bois fabriqués dans d'autres régions, deviendront plus dangereuses. Si, au contraire, c'est la propriété qui pâtit, ses détenteurs seront tentés de donner des formes nouvelles à l'exploitation des châtaigniers, par exemple de les réserver aux productions qu'utilise la tannerie. Dans un cas comme dans l'autre, c'est le travail des feuillardiers menacé, comme l'est celui des bûcherons de la Nièvre et du Cher...

« Une fois de plus la loi économique a marqué son pouvoir souverain. Une de ces incidences nécessaires s'est faite, que notre temps s'obstine si souvent à nier ou à ignorer. »

Le livre de M. Souchon, nous ne saurions trop le répéter, est à lire et à méditer par tous ceux que ces angoissantes questions de la dépopulation et de la crise de la main-d'œuvre préoccupent, parce qu'ils y voient un des plus graves périls de l'heure présente pour notre pays. Ils en retireront ces certitudes qu'en face du problème ouvrier dans l'agriculture, apparaît l'impuissance du collectivisme ; que la solution de la question ouvrière dans l'agriculture française ne peut pas venir davantage des interventionnistes, mais que, dans l'immense majorité des cas, la solution du problème ouvrier est, pour sa plus grosse part, entre les mains du propriétaire ou fermier. La crise de la main-d'œuvre agricole en France est une question morale, parce que question sociale Pour la résoudre, que chacun fasse son devoir.

H. Hitier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN
membre du Conseil.

Expériences contrôlées de culture mécanique

organisées en 1914 par le Ministère de l'Agriculture.

Par arrêtés des 31 janvier et 5 février 1914, M. Raynaud, Ministre de l'Agriculture, a décidé que des Expériences contrôlées de Culture mécanique auront lieu, en 1914, sur le domaine de l'École nationale de Grignon et dans diverses exploitations qui seront désignées ultérieurement :

1° Pendant le printemps et l'été (arrêté du 31 janvier 1914);
2° Pendant l'automne (arrêté du 5 février 1914).

Ces expériences, qui sont la suite des essais entrepris en 1913 (1), sont destinées à établir la comparaison entre les différents appareils, aux points de vue mécanique, cultural et économique.

Les appareils mus par l'électricité sont admis aux dites expériences.

Le texte de l'arrêté du 31 janvier 1914 pour les essais de printemps et d'été reproduit les mêmes articles que l'arrêté du 23 août 1913 (2), sauf les modifications suivantes :

ART. 10. — Les épreuves seront divisées en deux catégories :

1re CATÉGORIE. — ÉPREUVES OBLIGATOIRES. — I. Labour léger, à une profondeur comprise entre $0^m,10$ et $0^m,15$.

II. Labour ordinaire à une profondeur comprise entre $0^m,15$ et $0^m,20$, avec enfouissement de fumier.

III. Labour ordinaire à une profondeur comprise entre $0^m,15$ et $0^m,20$ sans enfouissement de fumier.

Le jury pourra exempter d'une ou de plusieurs des épreuves obligatoires ci-dessus, les machines qui ne sont établies qu'en vue de l'exécution de travaux spéciaux; l'exemption devra être demandée dans la déclaration prévue à l'article 3.

(1) Page 621, Bulletin de décembre 1913; page 79, Bulletin de janvier 1914.
(2) Page 359, Bulletin de septembre 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e Catégorie. — épreuves facultatives. — IV. Essais, au choix des intéressés, et comprenant notamment l'une des opérations suivantes : scarifiage, hersage, roulage, cultures d'entretien et travaux de récoltes (céréales, racines, etc.).

Art. 14. — A l'ancien article 14, qui dit que les combustibles, liquides ou solides, et les lubrifiants seront fournis gratuitement aux concurrents français par le Ministère de l'Agriculture, il est ajouté qu'en ce qui concerne les appareils mus par l'électricité, une indemnité compensatrice du prix du combustible pourra être allouée aux concurrents.

Art. 16. — Les appareils seront divisés en 3 sections, d'après les surfaces qu'ils peuvent labourer en 10 heures, à la profondeur de 0m,20, dans des terres de consistance moyenne et en bon état de culture :

1re Section. — Moins de 2 hectares ;

2e Section. — De 2 à 3 hectares ;

3e Section. — Plus de 3 hectares.

Le jury pourra établir des sous-sections suivant les moteurs et la nature des pièces travaillantes.

L'arrêté du 5 février 1914, pour les essais d'automne, reproduit tous les articles de l'arrêté du 23 août 1913, sauf la date de déclaration qui est fixée, par l'article 3, au 15 juillet 1914, et, comme pour l'arrêté précité du 31 janvier 1914, il maintient l'adjonction à l'article 14 de l'indemnité à allouer aux concurrents dont les appareils sont mus par l'électricité.

Essais de culture mécanique à Trappes (1),

par M. Eugène Pluchet, Membre de la Société nationale d'Agriculture.

Il ressort des expériences officielles de culture mécanique, faites en novembre 1913 à la ferme de M. Camille Pluchet, à Trappes, à la suite de celles faites à la ferme nationale de Grignon (2), ceci :

Six appareils (3) ont tenu à remplir tout le programme des expériences telles qu'elles avaient été prévues, et sont venus à Trappes; les travaux à faire, sur de grands champs de 400 à 800 mètres de rayage, étaient :

1° — A 0m,30, défrichement de luzerne de trois ans, labour profond pour betteraves ;

2° — A 0m,18. labour moyen, enfouissage de fumier court ;

3° — A 0m,20, labour d'un chaume de blé bataillé préalablement à l'extirpateur ; ce labour était fait pour y ensemencer de l'avoine au printemps ;

4° — A 0m,15, labour léger après betteraves pour ensemencer en blé d'automne.

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, n° 6 du 5 février 1914, p. 172. Nous avons supprimé certaines indications qui ont été données antérieurement dans le Bulletin.

(2) Bulletin de décembre 1913, p. 621 ; Bulletin de janvier 1914, p. 79

(3) L'appareil Doizy s'est retiré du concours après une tentative.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il avait été entendu qu'après quelques raies d'essais, M. Pluchet pourrait éliminer les appareils dont le travail ne le satisferait pas.

Après ces essais :

1° Trois appareils seulement furent admis au labour dans la luzerne, ceux de Bajac, Filz, Société Stock.

2° Sur le chaume d'avoine, labour moyen, ceux qui n'avaient pu être admis au labour de la luzerne en raison de l'insuffisance de profondeur produite par leurs instruments : Benedetti et C. I. M. A.

3° Sur le chaume de blé, tous les appareils, soit six.

4° Quatre appareils furent autorisés à continuer les expériences pour le labour léger après betteraves : Bajac, Filtz, Benedetti et Société Stock.

Défrichement de luzerne. — Lieu dit : *Les Marnières ;* labour profond pour betteraves.

1° Appareil *Bajac*, charrue-balance à deux raies, pourvue de fouilleuses disposées devant les corps de charrue. Le labour demandé à $0^m,30$ est bien atteint et les griffes fouilleuses augmentent la profondeur remuée de $0^m,10$; au total, $0^m,40$. Le travail est excellent ; en terre bien ameublie, il faudrait au moins 10 forts bœufs pour obtenir un labour analogue. Le tracteur employé a produit en $10^h40'$, 1 hect. 83 et a dépensé 109 kilogr. de benzol; c'est donc une dépense de 59 kilogr. de benzol à l'hectare, mais en remuant 4 000 mètres cubes de terre; la dépense de combustible n'est donc pas trop élevée pour un travail de cette valeur.

La marche de cet appareil exige 2 hommes (1 mécanicien et 1 laboureur). Pour le labour profond, c'est l'outillage Bajac qui nous semble fournir les garanties de satisfaction les plus complètes parmi les appareils essayés.

2° Le toueur *Filtz* faisant le même travail, attelé d'une charrue anti-balance à 3 socs de Letroteur. Le tout exige 3 hommes. Le travail est satisfaisant, la profondeur de $0^m,30$ demandée est largement atteinte; M. Filtz s'est trouvé placé dans des conditions désavantageuses, sa charrue ayant rencontré une grosse pierre meulière; le soc atteint fut cassé et l'age de la charrue faussé; des accidents de même nature, mais moins importants, se renouvelèrent; il y a lieu d'en tenir compte dans l'appréciation. La surface travaillée est de 1 hect. 17, en $5^h31'$, la consommation de 42 kil. de benzol, c'est-à-dire 36 kil. par hectare.

A cet appareil, qui a des qualités incontestables et dont la faible dépense de carburant est notable, on doit faire le gros reproche de ne pas être automobile ; il faut des animaux pour le transporter d'un champ à un autre, et le dévidage du câble dans des champs de longs rayages exige aussi une grosse force d'animaux. De là des pertes de temps et une augmentation sensible du prix du labour à l'hectare.

3° Toujours dans le même champ, appareil *Stock;* pour le gros labour, il comprend seulement trois corps précédés de trois coutres circulaires articulés. En raison de sa rigidité, l'appareil ne se prête pas aux petits dénivellements qui se trouvent dans le champ ; un autre inconvénient réside dans la marche de l'appareil, celui de ne fonctionner que dans un seul sens et de laisser de larges fourrières, très abîmées par les passages répétés de la machine ; quoi qu'il en soit, le travail est satisfaisant. La profondeur du labour est difficilement atteinte ; le travail est assez rapide, 1 hect. 20 en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3h 36′. La consommation de benzol de 49 kilogrammes environ à l'hectare est importante. Ce système a l'avantage de n'employer qu'un seul homme.

Labour moyen, plutôt léger, à 0m,15. — A *la Belle-Epine* (chaume d'avoine fumé en poudrette), enfouissage de l'engrais. Dans cette pièce ont, seuls, fonctionné les appareils éliminés par M. Pluchet de la pièce des *Marnières*, en raison de l'impossibilité où ils se trouvaient d'accomplir le travail exigé à 0m,30.

1° Le tracteur *C. I. M. A.*, appareil d'un poids excessif, 11 000 kilogrammes environ ; aussi le terrain est-il très comprimé par son passage et le labour se trouve lissé, et dans de mauvaises conditions. — Il y a lieu de penser que les effets de l'hiver remettront le sol en état ; au printemps, le travail opéré de cette sorte serait à proscrire.

Le travail accompli est de 1 hect. 70 en 4h 50′, la consommation totale de 44 kilogrammes de benzol, soit de 26 kilogrammes à l'hectare, ce qui est important pour le cube de terre remué.

2° *Benedetti.* — Ce système est ingénieux et devrait avoir son application. L'appareil présenté a certains inconvénients que nous signalerons : le moteur n'est pas assez puissant pour effectuer de gros labours ; de ce fait, il n'a pu être expérimenté dans le champ des *Marnières*. Le mouvement opéré dans le champ est celui d'une navette se déplaçant de la largeur du travail accompli ; le labour est fait à plat.

Le labour léger est assez satisfaisant ; cependant la terre est un peu lissée à la place tassée sur le passage des roues. La surface labourée est de 88 ares en 3h10′, la consommation d'environ 28 kilogramme de benzol par hectare est élevée ; en outre, nous nous effrayons devant ce monument de 16 mètres de longueur qui, de ce fait, doit présenter de fréquentes difficultés de transport, de conduite, de manœuvre en général.

Au *champ aux Pauvres.* — C'est dans cette belle pièce de terre que les essais ont été les plus nombreux et les plus suivis ; en effet, six appareils y travaillaient en même temps : 1° le tracteur-treuil Bajac ; 2° le toueur Filtz, 3° la charrue automobile Benedetti ; 4° la piocheuse Vermont-Quellennec ; 5° l'appareil C. I. M. A ; 6° la charrue Stock.

1° La charrue suivant le tracteur-treuil de *Bajac* est à 3 raies ; le labour est très satisfaisant, le travail fait en 5h50′ est de 1 hect. 37 et la dépense de 57 kilogrammes de benzol, soit sensiblement 41 kilogr. par hectare travaillé à 0m,20.

2° Le toueur *Filtz* remorquant une charrue à 5 raies, construction Letroteur. J'ai précédemment signalé les inconvénients sérieux provenant de l'obligation du déplacement des appareils par une force animale, ainsi que du dévidage du câble ; le travail accompli au *champ aux Pauvres* est satisfaisant, 90 ares en 2h40′ ; il y a lieu surtout de constater la faible dépense de carburant, 18 kilogr. pour un labour à 0m,20, soit 20 kilogr. par hectare.

3° La charrue automobile *Benedetti*, avec 6 raies, atteignant difficilement 0m,18 ; appareil patinant dans les parties humides ; au résumé, travail assez satisfaisant, sauf sur les parties tassées par le passage des roues où le labour est lissé ; travai assez rapide : 1 hect. en 2h40′, consommation faible : environ 27 kilogr. de benzol à l'hectare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° La piocheuse *Vermont-Quellennec* effectue un travail tout spécial ; on peut dire qu'il est dans son genre assez satisfaisant, mais très lent en raison de l'état de la terre un peu humide et de fréquents arrêts par suite de bourrage : 1 hect. 17 en 7 heures, et une dépense excessive de 68 kilogr. d'essence à l'hectare (1 seul homme).

5° L'appareil *C.I.M.A.* tirait une charrue à 4 corps. Le labour est très lissé ; le passage de ce lourd mécanisme tasse très fortement la terre ; travail peu satisfaisant : 1 hectare en 1h20′, consommation 28 kil. de benzol.

6° L'appareil *Stock*, avec 4 corps de charrues. Le travail accompli en 2h30′ est de 1 hect. 38 ; c'est donc une marche assez rapide ; la consommation est de 40 kilogr., soit de 28 à 29 kilogr. de benzol à l'hectare. Le travail de cet appareil est entièrement satisfaisant et très séduisant.

Au *Pommier des Belles-Filles*. — Enfin, nous arrivons à la dernière épreuve : labour léger sur guéret de betteraves pour être ensemencé de suite en blé d'automne ; quatre appareils seulement furent autorisés par M. Pluchet à exécuter ce travail :

1° Le tracteur de *Bajac*, avec une charrue-balance à 3 raies, à faible profondeur. Le poids du tracteur comprime la terre sur son passage et une partie du labour est lissée ; malgré cela, le travail est satisfaisant : 1 hect. 24 en 5 heures ; consommation : 43 kilogr. de benzol à l'hectare, beaucoup trop importante.

2° *Filtz*, avec une charrue à 5 raies, difficile à conduire à cette faible profondeur ; travail satisfaisant ; 1 hect. 20 en 3h50′, consommation 21 kilogr. benzol à l'hectare ;

3° *Benedetti*, avec une charrue à 6 raies ; travail passable, assez rapide : 1 hect. 25 en 3 heures ; consommation de 23 kilogr. benzol à l'hectare.

4° Appareil *Stock ;* labour bon et rapide donnant satisfaction ; travail de 2 hect. 29 en 2h16′, consommation 17 kilogr. benzol à l'hectare.

***

Je résume en quelques lignes les remarques personnelles que je fais à la suite des expériences de Trappes. Des six appareils qui y ont pris part, j'en retiens trois qui, sans être absolument au point, sont cependant susceptibles d'entrer dès aujourd'hui dans le domaine de la pratique, et qui, après certaines modifications si elles sont possibles, pourront répondre dans une mesure importante au but cherché.

A. — *Tracteur-treuil de Bajac*. — Le travail opéré à Trappes par cet appareil a été le plus parfait lorsqu'il s'est agi du labour profond ; la consommation de carburant n'a pas dans ce cas été par trop importante quoique, cependant, supérieure à celle des autres machines. La charrue Bajac est excellente, les agriculteurs apprécient, du reste, la construction provenant de cette importante maison ; les conducteurs, mécanicien et laboureur, très habiles l'un et l'autre, dirigent fort bien leurs instruments. Dans le labour à 0m,20, les mêmes qualités de travail peuvent être signalées, mais la consommation de benzol est encore trop élevée. Dans le labour léger, le tracteur Bajac perd une grande partie de ses avantages et là, particulièrement, la dépense en carburant est excessive ; une autre critique à faire peut être celle de l'obligation de l'emploi de deux hommes.

B. — *Toueur Filtz*. — Il n'a pas donné, à Trappes, tout ce que nous en attendions, après l'avoir vu fonctionner d'une façon très satisfaisante à Champagne (1), en remor-

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 117.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quant un brabant-double de Bajac pour opérer un gros labour ; il a une excuse dans un accident survenu sans qu'il puisse être mis en cause ; la charrue Letroteur n'était pas non plus suffisamment étudiée pour les travaux demandés. J'ai signalé déjà la plus importante critique que nous devons lui adresser, et qui réside à n'être pas automobile et d'exiger une force d'animaux assez importante pour la mise en place ; enfin l'obligation d'avoir 3 hommes pour opérer le labour et faire la manœuvre des ancres est également chose très fâcheuse au point de vue de la main-d'œuvre que l'on cherche à remplacer par l'emploi de la culture mécanique. A son actif, il y a l'économie de combustible réalisée sur les appareils concurrents.

C. — *Charrue automobile Stock.* — Nous lui reconnaissons beaucoup de qualités : la quantité de travail qu'elle peut produire est importante, et le prix de revient à l'hectare n'est pas très élevé. Dans nos essais et pour le labour ne dépassant pas 20 à 24 centimètres, elle se classait fort bien et l'impression qu'elle laissait aux praticiens était tout à fait en sa faveur.

***

Les expériences de Grignon et de Trappes portent avec elles leur enseignement, et nous font croire que la vérité en matière de culture mécanique réside jusqu'alors dans les *appareils à traction par câbles avec moteurs aux extrémités des champs*. Les praticiens ont le souci bien justifié de ne pas détériorer, de ne pas tasser leurs terres, soit par le passage d'animaux, soit par celui de lourds véhicules alors surtout que le sol est quelque peu humide ; les tracteurs, même les plus légers, ont tous cet inconvénient. Mais les constructeurs ne peuvent-ils pas tenter de simplifier, et de rendre plus pratique l'emploi de matériels tirés par câbles? Dans cet ordre d'idées, les machines à treuil de M. Bajac pourraient, ce nous semble, trouver leur application; le toueur de M. Filtz également; mais l'un et l'autre avec moteurs aux deux extrémités du champ. L'emploi, comme combustible, du charbon est-il plus ou moins avantageux que celui du benzol? et pour arriver aussi à résoudre une juste préoccupation, ne pourrait-on pas employer pour cet usage l'alcool carburé? Enfin nous voyons encore, dans l'électricité, une source d'énergie qui trouvera, pour la culture mécanique, de nombreux cas d'application, lorsque l'on sera sur le passage d'un courant, ou lorsque les exploitations pourront installer un groupe électrogène.

Aux jeunes ingénieurs ou praticiens appartient l'avenir de la culture mécanique, à laquelle nous croyons fermement.

A la séance du 25 février 1914 de la Société nationale d'Agriculture, M. Eugène Pluchet a complété ses remarques par ce qui suit :

D'une façon générale, le tracteur portant ou tirant la charrue ne me semble pas approprié à ce que recherche notre système de culture ; en effet, une très grande proportion de la force du moteur est employée à se mouvoir lui-même ; il faut un effort considérable pour tirer dans une terre quelque peu ameublie un poids de 5 à 10 tonnes et, concurremment à cette dépense inutilisée, le terrain est comprimé d'une façon fâcheuse; un cultivateur expérimenté ne consentira jamais à laisser abîmer sa terre qui se trouve lissée au point de ne pouvoir bénéficier de l'aération si indispensable à toute végétation. Lorsque la terre est légèrement détrempée, et le cas est fréquent à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'époque où s'opèrent les labours, cet inconvénient devient excessivement grave.

Le tracteur peut donner cependant satisfaction dans certains cas, dans les terres sèches particulièrement, ou dans les sols sableux, et même dans nos terres fortes pendant les périodes d'été, pour les façons à la suite de la moisson. C'est ainsi que l'appareil Stock avait paru donner satisfaction dans la période des expériences de Trappes; en effet, la rapidité de sa marche et la valeur de son travail pour les labours moyens ne dépassant guère 20 centimètres, avaient séduit les cultivateurs et, dans les vastes plaines de sables noirs de Saxe ou de Bohême pour lesquelles il a été construit, il doit donner entière satisfaction ; cet appareil avait été conservé par les agriteurs de Trappes, à la suite des expériences officielles ; ils avaient même songé à en faire l'acquisition s'il remplissait certaines conditions exigées ; malheureusement la période pluvieuse est arrivée et, mis aux prises avec la difficulté résultant des intempéries, l'appareil n'a pu remplir avec toute satisfaction les travaux imposés, et les agriculteurs n'ont pu consentir à le conserver. Quoi qu'il en soit, c'est, parmi les charrues automobiles, la plus au point : il a de grandes et réelles qualités ; lors des expériences, il était dirigé par un mécanicien fort habile ; la conduite de cette machine paraît cependant fort difficile.

S'il me semble que les tracteurs directs ou les charrues automobiles aient de sévères inconvénients, je n'en dirai par autant des machines à câble et, par ce système, je reste entièrement confiant sur l'avenir de la culture mécanique.

Il serait à désirer que, sans nuire à la solidité des organes, les constructeurs puissent les établir à un prix quelque peu inférieur à celui demandé actuellement. Une mise importante de capital-matériel dans une exploitation est toujours un sujet, sinon d'effroi, au moins de réflexion et d'hésitation pour l'agriculteur qui n'a pas souvent à sa disposition le nerf de la guerre.

Nos conclusions sur les expériences de Trappes nous font croire que la pratique la meilleure jusqu'alors réside dans les appareils à traction par câble. Les praticiens ont le souci bien justifié de ne pas détériorer ou abîmer leurs terres par le passage d'animaux ou de lourds véhicules lorsque le sol est quelque peu humide.

Je suis convaincu, malgré tout, que ces expériences officielles qui doivent se continuer ne contribueront pas peu à résoudre le problème cherché : simplifier la main-d'œuvre, faire nos travaux plus rapidement et avec économie.

Les appareils de culture mécanique au Concours général agricole de Paris,

par M. Max Ringelmann.

Un grand nombre d'appareils de culture mécanique figuraient à l'exposition de l'Esplanade des Invalides, annexée au Concours général agricole de Paris (18-25 février 1914). Nous en donnons la liste suivante, nous réservant de revenir ultérieurement sur certains appareils avec plus de détails; on pourra constater que beaucoup de ces machines ont déjà été étudiées dans cette *Revue de Culture mécanique* (1).

(1) *Culture mécanique*, t. I et II.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

Citons en premier lieu presque tous les appareils qui prirent part en octobre-novembre 1913 aux expériences officielles de *Grignon* et de *Trappes*. Tous ces appareils étaient groupés sous un grand hangar où l'on trouvait d'abord ceux qui ont participé à toutes les épreuves : le *tracteur* C. I. M. A. de la Compagnie internationale des machines agricoles de France (155, rue Michel-Bizot, Paris); le *tracteur-treuil*, de la maison A. Bajac (Liancourt, Oise); le *tracteur-toueur* de M. Georges Filtz (Juvisy-sur-Orge, Seine-et-Oise), qui présentait aussi un nouveau modèle automobile établi suivant le vœu exprimé par le Jury des essais de Grignon-Trappes (1); la *charrue-automobile* Stock, représentée par MM. R. Wallut et Cie (168, boulevard de la Villette, Paris); la *bineuse automobile* de M. Eugène Bauche (Le Chesnay, près Versailles, Seine-et-Oise). — Nous voyons ensuite les machines qui n'ont pas pu suivre toutes les épreuves pour divers motifs : le *tracteur* de M. Edmond Lefebvre (1, rue du Champ-des-Oiseaux, Rouen, Seine-Inférieure); le *tracteur-treuil* de M. Virgile Doizy (23, rue Raphaël, Vanves, Seine) et les *machines à pièces travaillantes rotatives* de la Société la Motoculture française (41, boulevard Haussmann, Paris) et de MM. Tourand-Derguesse, (27, rue de Cormeille, Levallois-Perret, Seine).

***

Parmi les autres machines nouvelles ou déjà présentées à des Concours antérieurs, nous trouvons :

Camions automobiles. — Camion à vapeur Foden (8, avenue Jules-Ferry, Malakoff, Seine).

Tracteurs à vapeur. — Locomotives routières de la Société française de Matériel agricole (Vierzon, Cher); de MM. L. et A. Pécard frères (25, rue de la Barre, Nevers, Nièvre); de la maison Lanz (Manheim, Allemagne, et 64, boulevard de Magenta, Paris).

Tracteurs à essence. — Tracteur de Mme Vve A. de Mesmay (36, quai Gayant, Saint-Quentin, Aisne); ce nouveau tracteur F. T., type « Picardie », tout en conservant les dispositions générales du modèle primitif déjà signalé, et qui était spécialement établi en *houe-automobile*, présente ses quatre roues motrices à jante lisse; dans les champs, lorsque l'adhérence n'est pas suffisante, on rapporte en peu de temps, sur les jantes, des cercles garnis d'aspérités; avec le moteur de 15 chevaux, le tracteur pèse à vide environ 1 400 kg et la largeur réduite à 1m25 permet l'application aux vignobles. Une de ces machines de Mesmay a pris part, les 23-27 octobre 1913, au concours international de Chassart (Belgique), dont nous parlons plus loin; à Chassart, la machine tirait une charrue brabant-double à deux raies labourant, à 0m16 de profondeur sur 0m55 de largeur, un chaume sablo-argileux, à la vitesse moyenne de 0m85 par seconde. « Le travail effectué par le petit tracteur F. T., dit le Rapport officiel, fut en tous points parfait. Quoique le concours portât sur le tracteur seul, nous ne pouvons omettre de dire que le labour était aussi bien exécuté que par traction animale. — L'appareil tourne très facilement et comprime peu le sol, grâce à ses quatre roues motrices. — La marche fut normale; le tracteur ne s'arrêta que quelques minutes pour des causes futiles. »

(1) Page 79, Bulletin de janvier 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tracteur de la Compagnie Case de France (257, faubourg Saint-Martin, Paris) ; machine avec moteur de 40 chevaux à 2 cylindres opposés horizontaux ; poids en ordre de marche, 7 400 kg ; l'embrayage à friction et la transmission des grands engrenages aux jantes des roues motrices sont établis comme dans les tracteurs à vapeur, déjà étudiés ici, des mêmes constructeurs. Cette machine a pris part au concours international de Chassart en labourant un sol sablonneux à la vitesse moyenne de 0m83 par seconde, avec une charrue américaine à 6 raies, cultivant une largeur de 2m20 sur une profondeur de 0m16. « Le tracteur Case, dit le Rapport de Chassart, a travaillé d'une façon très régulière, ne s'arrêtant pendant toute l'épreuve que 5 à 6 minutes pour le graissage des appareils. »

Le tracteur italien de MM. Pavesi et Tolotti, représentés par M. L. Chambellard (10, rue Lochet, Châlons-sur-Marne, Marne) ; machine du type américain avec moteur de 50 chevaux.

Treuils. — Le treuil de MM. de Dion-Bouton (36, quai National, Puteaux, Seine), représentés par MM. Delieuvin et Cie (77, avenue de la Grande-Armée, Paris).

Le treuil de M. Lefébure (Pont-à-Bucy, Aisne) ; la machine comprend un chariot à quatre roues supportant un moteur vertical Abeille de 12-15 ou de 20-25 chevaux suivant les types ; le moteur actionne par courroie un treuil à axe horizontal perpendiculaire aux essieux du chariot ; le treuil est à deux vitesses et un guide spécial, automatique ou à la main, assure l'enroulement régulier du câble. Le déplacement du chariot sur la fourrière est obtenu avec un petit treuil à main. Le chantier, analogue à celui d'un labourage à vapeur à deux locomotives-treuils, comprend deux semblables appareils placés sur les fourrières du champ, et tirant chacun alternativement la charrue par un câble de 400 à 500 mètres de longueur. Suivant les types, le poids à vide de chaque treuil est de 2 500 ou 2 700 kilogrammes.

Tracteur-treuil. — De M. Marcel Landrin (17, rue de la Buerie, Soissons, Aisne) ; la machine, qui porte un moteur de 45 chevaux, pèse 5 500 kg, dont 1 800 sur l'essieu avant. Les vitesses du tracteur sont de 3, 6, 9 et 12 kilomètres à l'heure et une marche arrière. Les roues motrices, de 1m 25 de diamètre et 0m45 de largeur de jante, sont munies de palettes mobiles au nombre de 12, pouvant saillir de 0m12, afin d'assurer l'adhérence quand la machine fonctionne en traction directe. Dans le travail en tracteur-treuil, par bonds successifs, la machine est calée par deux béquilles de recul ; le treuil peut enrouler 150 mètres de câble pouvant recevoir quatre vitesses comprises entre 1 1/2 et 6 kilomètres à l'heure.

Charrues-automobiles. — De M. Henri Amiot (5, rue des Boucheries, Reims, Marne), avec moteur Abeille de 40 chevaux, monté sur un châssis porté par quatre roues de 1m30 et 1m80 de diamètre ; les roues motrices sont garnies de saillies obliques à la jante, de 0m25 de largeur, qu'on démonte pour les déplacements sur route. A l'arrière de l'automobile se trouve une sorte de charrue brabant-double à trois raies, dont la sortie de terre s'effectue par le moteur qu'on embraye sur un treuil soulevant l'age par un câble passant sur une poulie, laquelle est soutenue à une certaine hauteur à l'arrière par une flèche de grue ; de cette façon la machine ne nécessite qu'un seul homme pour la conduite et les diverses manœuvres qui se font du siège, et elle effectue le labour en planches ou à plat, ce dernier étant surtout fréquent dans les exploitations qui demandent des appareils de culture mécanique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les modèles italiens de MM. Pavesi et Tolotti, représentés par M. Louis Chambellard, précité. Le châssis triangulaire est à trois roues, dont celle d'avant est directrice et celle de droite arrière est seule motrice, garnie de palettes faisant saillie de la jante, tout en restant verticales; elles sortent à la partie inférieure de leur course, pour s'ancrer dans le fond de la dernière raie ouverte. Les corps de charrue, dont le nombre peut varier de 1 à 6, sont placés sur le côté du châssis, entre la roue directrice avant et la roue motrice arrière, de sorte que l'age est poussé. Un seul homme, assis vers le milieu du châssis, suffit à la conduite, tout en ayant bien le travail sous les yeux. Deux types de cette « moto-aratrice » sont établis, l'un avec moteur de 16 à 20 chevaux, l'autre ayant un fort moteur de 40 à 50 chevaux.

Faucheuse automobile. — M. Eugène Bauche (Le Chesnay, près Versailles, Seine-et-Oise) ; machine établie dans le genre de celle de M. Thieulin (Besançon, Doubs), signalée l'an dernier.

Faucheuse automobile « Berger, Isnard et Cie », du système Vallotton, présentée par M. S. Plissonnier (234, cours Lafayette, Lyon, Rhône) ; type robuste, porté sur trois roues, avec moteur de 6 à 8 chevaux; le poids est d'environ 900 kg. avec une longueur de coupe variant de 1 mètre à 2 mètres, suivant la nature des récoltes et la pente des champs.

Moissonneuses-lieuses à moteur. — Société la France (Montières, près Amiens, et 50, quai Jemmapes, Paris) ; moissonneuse-lieuse ordinaire, portant à l'arrière un petit moteur de 3 chevaux et demi commandant tous les organes de la machine, les chevaux de l'attelage n'ayant qu'à la déplacer. Le moteur employé est du type à deux temps.

Compagnie internationale des machines agricoles de France (155, rue Michel-Bizot, Paris) ; des moissonneuses-lieuses de diverses marques américaines (Osborne, Plano, Deering) sont analogues à la précédente, avec un petit moteur placé à l'arrière, en porte-à-faux, sur un bâti soutenu par une roulette ; ce moteur n'est chargé que d'assurer les mouvements des divers organes de la machine.

Fourrières laissées par les charrues-balances,

par M. Fernand de Condé, Ingénieur-agronome.

La grande dimension des fourrières laissées par les charrues-balances tient non seulement à la grande dimension des machines (fig. 4), mais aussi à la position relative de leurs versoirs, position nécessitant un déplacement latéral de ces charrues avant le mouvement de bascule du bâti.

Une charrue-balance dont les trois corps v_1, v_2, v_3 versent à droite (fig. 5), se déplaçant dans le sens de la flèche f, ouvre les trois raies r_1, r_2, r_3. A l'extrémité du rayage, les trois corps de charrue se trouvent dans la position représentée par la figure 5, en v_1, v_2, v_3, et l'axe (essieu) de la charrue est en $y\,y_1$, la roue de raie y roulant dans la raie R précédemment ouverte et la roue y_1, roulant sur le guéret G. A ce moment, afin d'amener la charrue dans la position voulue pour tracer le rayage suivant, le laboureur fait obliquer sa machine vers le guéret. C'est aussi en ce point que, dans la charrue à relevage automatique (1), le laboureur manœuvre la pédale pour faire tomber le

(1) Page 81, Bulletin de janvier 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secteur de relevage sur le guéret. Dans ce mouvement de déviation, les corps de charrue sortent donc de terre puisque le bâti se soulève, et les pointes a_1, a_2, a_3, des socs tracent les extrémités des raies que l'on voit sur la figure 5 se projeter suivant b_1, b_2, b_3, sur la coupe en long du terrain.

Le laboureur doit amener la charrue dans une position convenable telle, qu'après le mouvement de bascule, les corps de charrue v'_1, v'_2, v'_3 versant à gauche soient placés de façon à tracer les raies r'_1, r'_2, r'_3, l'essieu étant venu en $y'\ y'_1$, la roue y' devant rouler dans la raie r_3 précédemment ouverte et la roue y'_1 roulant sur le guéret G'. Ce mouvement oblique a donc pour but d'amener le point a_1 en un point a après avoir

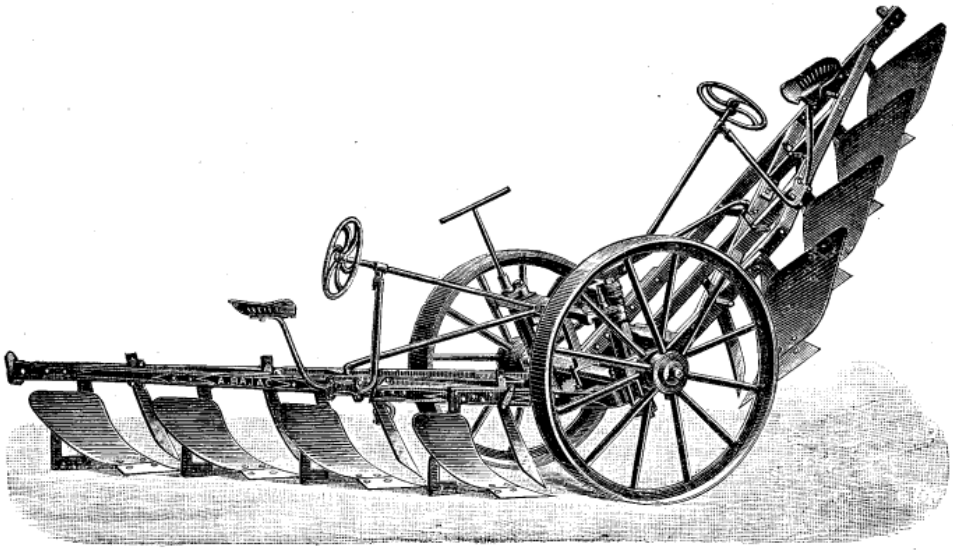


Fig. 4. — Type de charrue-balance.

suivi dans le sens n la trajectoire t ; l'essieu vient en $y'\ y'_1$; la charrue est alors arrêtée et, après bascule, l'extrémité du soc de v'_1 vient en a'_1, symétrique de a par rapport à $y'\ y'_1$.

Il est très difficile pour le laboureur de placer exactement la charrue dans la position voulue avant le mouvement de bascule ; lorsque la charrue est basculée, le laboureur la *pointe* dans la bonne direction et reprend cette bonne direction au bout de quelques mètres d'avancement.

Lorsque la charrue se met à nouveau en route pour tracer les raies r'_1, r'_2, r'_3, les socs a'_1, a'_2, a'_3 pénètrent dans le sol suivant une courbe qui se projette en b'_1, b'_2, b'_3, r' étant le fond de la raie.

Au rayage suivant, le versoir v_1 vient en v''_1, à l'extrémité de la raie r''_1.

En représentant le plan d'une fourrière on obtient la figure 6 : 1, 3, 5, 7... sont les extrémités des trains tracés par la charrue se déplaçant dans le sens f et versant à droite en ouvrant les raies m, n, o; 2, 4, 6,... sont les commencements de trains tracés par la charrue se déplaçant dans le sens f' et versant à gauche en ouvrant les raies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

p, q, r. Il est donc nécessaire de labourer ensuite toute la partie l située entre la ligne cc' limitant le labour proprement dit et la ligne dd' limitant les raies; ce labour

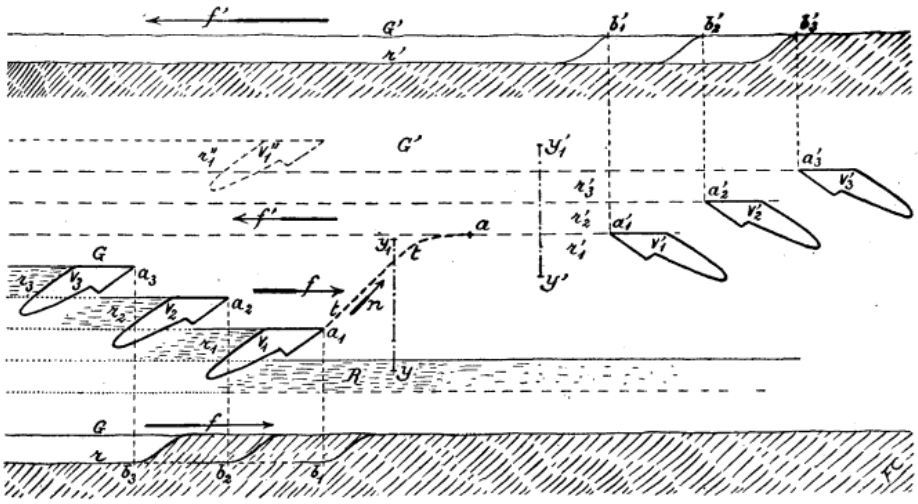


Fig. 5. — Schéma du déplacement d'une charrue-balance sur la fourrière.

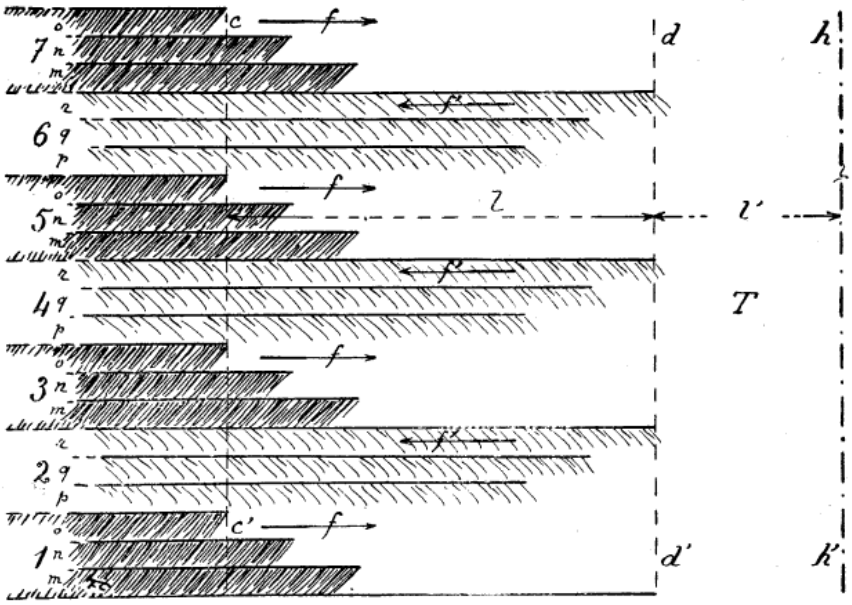


Fig. 6. — Plan d'une fourrière laissée par une charrue-balance.

de fourrière se fait dans un sens perpendiculaire au premier, c'est-à-dire parallèlement à cc'. On laboure en même temps la partie T située entre dd' et la rive hh' du champ partie sur laquelle s'effectue la tournée de l'appareil de traction ou sur laquelle se trouve

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la locomotive dans le cas du système à locomotives-treuils, ou bien encore les chariots-ancres. La largeur l' de cette partie T dépend essentiellement de l'appareil employé : tracteurs directs, systèmes à câbles (nécessitant un plus ou moins grand rayon de tournée ou plus ou moins de place pour les treuils ou les ancres) ; s'il s'agit d'animaux moteurs, l' varie suivant le nombre d'animaux de l'attelage.

Concours international de tracteurs et appareils de labourage mécanique,

organisé par le Ministère des Colonies de Belgique

sur le domaine de MM. Dumont de Chassart, à Chassart.

Nous donnons ci après l'analyse du rapport du jury du Concours international de Chassart (1) qui fut organisé à l'instigation de M. Edmond Leplae, Directeur général de l'Agriculture au Ministère des Colonies de Belgique.

En instituant le Concours, qui s'est tenu du 23 au 27 septembre 1913, l'Administration avait pour objectif de propager l'emploi du labourage mécanique au Congo belge, en fournissant aux sociétés coloniales des indications exactes quant au prix de revient de ce procédé de culture, utilisé déjà avec succès dans les défrichements du Katanga (2).

Le défrichement et le labour s'exécutent actuellement au Katanga au moyen d'appareils à vapeur, à deux locomotives-treuils. Ces appareils puissants sont considérés par l'Administration du Congo belge comme ne convenant bien qu'aux premiers labours de défrichements et non lorsqu'il s'agit de travailler des terrains déjà cultivés.

En effet, les terres que l'on déboise actuellement ont de petits rayages (200 à 250 mètres de longueur) ; les termitières sont nombreuses et nécessitent des manœuvres répétées ; les fermes sont petites (20 à 200 hectares) et distantes les unes des autres de plusieurs kilomètres. Le déplacement de deux locomotives entraîne ainsi de grandes pertes de temps.

Le capital nécessaire à l'acquisition d'un matériel de labourage à vapeur à deux locomotives-treuils permettrait l'achat de trois tracteurs directs. Une plus grande quantité de travail effectué résulterait de la traction directe : chaque machine aurait à circuler dans un plus petit rayon, les déplacements absorberaient moins de temps et le labourage pourrait être entamé simultanément sur les terres de trois exploitations différentes.

Un autre facteur important est l'économie de personnel européen. Tandis que deux mécaniciens sont indispensables au fonctionnement des locomotives-treuils, la traction directe n'en exige qu'un seul. La maladie ou l'absence d'un mécanicien, un accident survenu à l'une des deux locomotives, peuvent arrêter complètement le travail de labourage. Il n'en est pas de même si l'on emploie des machines à traction directe ; si un tracteur est momentanément arrêté, les autres peuvent continuer à fonctionner.

Le tracteur direct pourra contourner plus facilement les termitières, si nombreuses

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 72.
(2) *Culture mécanique*, t. I, p. 93.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au Katanga, et labourer une surface de terrain beaucoup plus grande par journée de travail. Dans les conditions normales de nos pays d'Europe, un chantier de deux locomotives-treuils parvient difficilement à labourer plus de 5 hectares par journée de huit heures, tandis qu'un tracteur direct pourrait labourer environ 7 hectares dans le même temps. Il est à supposer qu'une semblable proportion pourra s'appliquer au Katanga.

Il faut considérer aussi la possibilité de l'utilisation multiple des appareils : les locomotives-treuils, à cause de leur poids, se prêtent mal à la traction sur route; les tracteurs directs, au contraire, peuvent mieux convenir pour ce travail.

***

Si l'Administration du Congo belge a tenu à faire ressortir les avantages du labourage par traction directe, dans les conditions spéciales du Katanga, elle n'a pas l'intention de déconseiller l'acquisition des matériels de labourage à vapeur pour les défrichements. On les estime, au contraire, indispensables à ces travaux : ils permettent, en effet, de développer toute la puissance du moteur sur la charrue, alors que les tracteurs directs emploient une partie de leur puissance pour leur propre déplacement. De plus, pour le premier labour d'un terrain qu'on vient de dégarnir d'énormes souches, et qui est par conséquent parsemé de grandes cavités, il serait très difficile d'effectuer le travail avec un tracteur direct, même le plus puissant; cette machine serait certainement exposée à se détériorer très rapidement, et l'économie qu'on pourrait réaliser dans le travail serait alors très aléatoire, pour ne pas dire nulle.

***

Le règlement du Concours de Chassart comportait entre autres les articles suivants :

Article premier. — Sont admis au concours, les tracteurs et autres appareils mécaniques pour le labour du sol, tels que : Tracteurs à vapeur; — Tracteurs directs à essence ou plus généralement tous tracteurs pourvus d'un moteur à combustion interne; — Tracteurs à câble; c'est-à-dire tous tracteurs se halant sur un câble ou halant leur charrue au moyen d'un câble; — Charrues automobiles; c'est-à-dire les machines portant sur un même châssis le moteur et les corps de charrues; — Laboureuses à pièces travaillantes animées de divers mouvements; c'est-à-dire les machines portant sur le châssis du moteur des pièces mises en mouvement par le moteur (fraises, pioches, bêches, disques, etc., fonctionnant par rotation, percussion, etc.).

Art. 3. — Les épreuves auxquelles les appareils seront soumis sont les suivantes :

Labourage. — Chaque machine devra travailler pendant deux journées de huit heures.

Le terrain limoneux, de travail facile, devra être labouré à la profondeur de 0^m20 à 0^m22.

Traction sur routes. — Cet essai se fera sur une route rurale en mauvais état et présentant quelques fortes pentes.

Art. 4. — *Classement.* — L'appréciation des machines concurrentes sera basée sur une échelle de points ou de coefficients consignés dans le tableau de la page suivante.

Art. 5. — Tous les frais seront supportés par les concurrents qui doivent s'approvisionner des combustibles, lubrifiants et accessoires nécessaires à leurs appareils; ils devront fournir tout le personnel nécessaire aux opérations qu'ils auront à exécuter et s'occuper de leur propre service de ravitaillement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Maxima de points.		
	A		B
	Tracteurs		
	à vapeur.	mus par moteur à combustion interne.	Machines non tracteurs.
I. *Examen de la construction.*			
a) Simplicité et solidité de construction.	20	30	30
b) Protection des parties travaillantes.	5	15	15
c) Utilisation multiple.	5	5	5
d) Espace laissé libre en dessous de la machine.	5	5	10
e) Rapport entre le poids et les chevaux-vapeur constatés au crochet d'attelage (Puissance de traction).	20	20	»
II. *Essai de labourage.*			
a) Consommation en combustible, par 1 000 mètres cubes de terre remuée	30	40	40
b) Consommation d'huile et graisse.	5	5	5
c) Consommation d'eau par 1 000 mètres cubes de terre remuée.	30	5	5
d) Frais d'exploitation par 1 000 mètres cubes : main-d'œuvre, attelages, combustible, huile, graisse et eau.	50	50	50
e) Qualité du labour	»	»	50
f) Facilité de maniement, conduite, tournées.	10	10	10
g) Régularité de marche	10	10	10
h) Rapidité de mise en marche	5	5	5
i) Surface travaillée sans réapprovisionnement	10	10	10
III. *Epreuve de remorquage.*			
a) Consommation en combustible, par tonne kilométrique (poids du véhicule remorqué compris)	20	20	»
b) Consommation d'huile et graisse.	5	5	»
c) Consommation en eau par tonne kilométrique	20	5	»
d) Régularité de marche	5	10	»
e) Facilité de conduite.	5	5	»
f) Prix de la tonne kilométrique (mêmes bases que II-*d*).	40	40	»
g) Parcours sans réapprovisionnement	10	10	»
Totaux maxima de points.	310	305	245

Sur les dix-huit appareils inscrits, quatorze se sont présentés à Chassart, dont onze ont pris part au Concours international :

MOTEURS A VAPEUR	Puissance en chevaux-vapeur
Tracteurs directs :	
1. Ruston Proctor et C°, Lincoln (Angleterre)	40
2. J. et H. Mac Laren, Leeds (Angleterre), avec surchauffeur de vapeur.	55
MOTEURS A COMBUSTION INTERNE	
Tracteur-treuil :	
3. A. Bajac, Liancourt (Oise)	30 à 35
Tracteurs :	
4. Big 4, de la Emerson-Brantingham Implement C°, Rockford, Illinois (U. S. A.) .	55 à 60
5. Case, de la C^ie^ Case de France, 257, rue du faubourg Saint-Martin, Paris.	40
6. Caterpillar (la Chenille) de la Holt Caterpillar C° (U. S. A.).	60
7. V^ve^ Am. de Mesmay, 36, quai Gayant, Saint-Quentin (Aisne)	15
Charrues automobiles :	
8. Benedetti, Le Mesnil-Aubry (Seine-et-Oise)	30
9. Motocharrue D. K. de A. Doyen et fils, à Waremme et Haeren-Bruxelles.	80 à 105
10. Stock C^ie^, Köpernickerstrasse, Berlin.	42 à 50
Machines à pièces rotatives :	
11. Société Motoculture Française, 41, boulevard Haussmann, Paris	30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les autres machines qui se sont présentées, mais qui n'ont pu subir les épreuves imposées pour divers motifs (manque de charrue ; accidents survenus au matériel ; modèle d'étude non encore au point, etc.), étaient le tracteur C. I. M. A., la bêcheuse sous-soleuse rotative Hinck (rue Grétry, à Liége), et le type *vigneron* de la Société la la Motoculture française.

Plusieurs des machines précitées ont déjà été étudiées dans cette *Revue de Culture mécanique*.

Essais de labourage. — Étant donnés les champs disponibles il n'a pas été possible de faire labourer tous les concurrents à la profondeur prévue de 0^m20 ou 0^m22, et l'on a dû limiter la profondeur du labour à 0^m15-0^m17.

I. — Essais dynamométriques.		Ruston.	Mac Laren.	Bajac.	Big 4.	Case.	Caterpillar.	De Mesmay
Effort de traction.	maximum. . . . . kg.	2 080	3 484	»	3 380	1 898	4 160	725
	minimum. . . . . kg.	1 326	1 768	»	1 872	1 508	3 250	225
	moyen. . . . . kg.	1 820	2 240	820	2 382	1 640	3 950	535
Vitesse moyenne en mètres par seconde.		0,86	0,83	1.22	1,10	0,83	0,83	0,85
Puissance au crochet d'attelage, en chevaux-vapeur.		20,8	24,8	13,3	34,8	18,1	43,7	6,06
Labour.	Largeur moyenne. mèt.	2,80	4,25	0,90	2,85	2,20	3,55	0,55
	Profondeur. . . . cent.	15	15	18	16	16	20	15
	Section. . . . . dm^2.	42	63,75	16,2	45,6	35,2	71,0	8,25
Traction par décimètre carré. kg.		43,3	35,3	50,6	52,2	46,6	55,6	64,8
Poids du tracteur en ordre de marche. . . . . kg.		12 050	10 200	4 100	10 700	7 400	10 250	1 570
Rapport : $\frac{\text{puissance au crochet}}{\text{poids en tonnes}}$ . .		1,73	2,43	3,25	3,25	2,45	4,26	3,86

Comme les résultats ont été reportés à 1 000 mètres cubes de terre travaillée, le prix de revient constaté est défavorable aux machines qui auraient pu exécuter un labour plus profond ou qui auraient pu déplacer un plus grand nombre de corps de charrues s'ils avaient prévu le matériel pour effectuer un labour moyen.

Les tableaux de la page suivante résument les diverses constatations et les résultats des calculs.

La durée du travail, indiquée dans les tableaux, ne comprend pas les arrêts neutralisés, mais comprend ceux employés aux approvisionnements et ceux qui résultent d'accidents.

Le prix de revient, qui ne tient pas compte des amortissements et de l'intérêt du capital engagé, est calculé dans les conditions de travail à Chassart :

	Salaires par journée de 8 heures de travail effectif.
	fr.
Mécanicien de moteur à vapeur.	4 50
— — à explosions	5 00
Chauffeur de moteur à vapeur	4 50
Laboureur.	4 00
Conducteur d'attelages.	3 50

Pour les moteurs à vapeur on a compté 12 francs par jour pour un attelage de 3 chevaux chargé d'assurer l'approvisionnement d'eau et de charbon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. — Essais de labourage.		Ruston.	Mac Laren.	Bajac.	Big 4	Case.	Caterpillar.	De Mesmay.	Benedetti.	D. K.	Stock.	Motoculteur.
Nombre de corps de charrue.		8	12	3	8	6	10	2	7 et 8	6	6	»
Largeur moyenne labourée.	mèt.	2,80	4,25	0,90	2,85	2,20	3,55	0,55	»	»	»	2,00
Durée totale du travail.	h, m, s.	14 h. 56'5''	13 h. 3'30''	14 h. 42'	15 h. 26'20''	16 h. 04'	16 h. 04'	15 h. 57'	9 h. 05'	15 h. 57'	14 h. 40'10''	15 h. 19'
Surface totale travaillée.	hect.	11 H. 3479	13 H. 1195	4 H. 0255	15 H. 6014	9 H. 4113	10 H. 3491	2 H. 8036	3 h. 2907	13 H. 9167	12 H. 4346'	3 H. 4116
Profondeur du travail.	cent.	17	15,5	20	15,5	16,5	19	16	15	17	18	15,5
Consommations totales — essence.	lit.	»	»	198,5	341	191	219,99	87,3	80,0	261,07	272	132
— huile.	lit.	»	»	10,2	34,0	15,67	14,16	10,0	2,4	13,70	19,44	4,18
— eau	lit.	»	»	»	20,4	11.0	»	4,7	»	3,75	5,6	12,0
— charbon	kg.	1325	893	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— huile { cylindre. .	lit.	3,33	3,25	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— huile { ordinaire .	lit.	2,84	7,50	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— eau	kg.	7920	6030	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Densité de l'essence.		»	»	730	718	748	730	716	760	745	715	745 et 760
Prix de l'essence par litre.	fr.	»	»	0,37	0,40	0,32	0,37	0,40	0,32	0,32	0,40	0,35 et 0,32
Consommations par 1000 m³ de terre remuée — essence	lit.	»	»	24,7	14,1	12,3	11,18	19,5	16,21	11,0	12,2	24,94
— huile	lit.	»	»	1,27	1,41	1,0	0,725	2,23	0,48	0,58	0,86	7,90
— eau.	lit.	»	»	»	0,845	0,71	»	1,00	»	0,16	0,25	2,26
— charbon. . . .	kg.	68,5	43,8	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— huile { cylindre .	lit.	0,173	0,160	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— huile { ordinaire.	lit.	0,148	0,369	»	»	«	»	»	»	»	»	»
— eau.	kg.	410	296	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Personnel — mécanicien.		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
— chauffeur		1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— conducteur de charrue .		1	1	1	1	1	1	1	»	1	»	»
— de chevaux.		1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Nombre de mètres cubes de terre remuée par heure . .		1 292	1 557	548	1 566	967	1 224	281	543	1 483	1 526	345,5
Prix de revient par 1000 m³ de terre remuée	fr.	4,71	3,64	11,81	7,06	6,25	5,41	12,90	6,58	4,58	5,70	10,43

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III. — Essais de remorquage.			Ruston.	Mac Laren.	Big 4.	Case.	Caterpillar
Poids total des deux remorques		tonnes.	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
Longueur du parcours		kilom.	7,88	7,88	7,88	7,88	7,88
Durée réelle du parcours		h, m, s.	2 h. 36'	2 h. 43'	1 h. 47'35''	2 h. 53'	2 h. 24'
Vitesse utile en kilomètres par heure			3,03	2,90	4,41	2,73	3,28
Consommations totales	essence	lit.	»	»	39,5	32,6	41,5
	huile	lit.	»	»	3,0	2,0	2,15
	charbon	kg.	186	239,50	»	»	»
	huile, cylindre	lit.	0,140	0,250	»	»	»
	huile, ordinaire	lit.	0,258	0,575	»	»	»
	eau	kg.	670	700	»	6,65	»
Densité de l'essence			»	»	718	748	730
Prix de l'essence		fr.	»	»	0,40	0,32	0,37
Consommations par tonne kilométrique remorquée	essence	lit.	»	»	0,223	0,184	0,234
	huile	lit.	»	»	0,017	0,011	0,0121
	charbon	kg.	1,049	1,35	»	»	»
	huile, cylindre	lit.	0,0008	0,0014	»	»	»
	huile, ordinaire	lit.	0,0015	0,0032	»	»	»
	eau	kg.	3.77	3,90	»	0,037	»
Personnel	mécanicien		1	1	1	1	1
	chauffeur		1	1	»	»	»
	aide		1	1	1	1	1
Prix de la tonne kilométrique remorquée		fr.	0,05187	0,0618	0,1017	0,0818	0,10705

Les combustibles liquides (essence minérale) variaient avec chaque concurrent ; la densité a servi de base pour établir le prix, bien que certains moteurs auraient pu réaliser une diminution de frais en employant un combustible plus dense et moins coûteux.

Les prix des lubrifiants ont été fixés de la façon suivante :

Moteur à vapeur	Huile pour cylindre	Marchant à la pression 10 à 12 kg.	0fr,33 le litre.
		Employant la vapeur surchauffée.	0fr,40 —
	Huile pour le mécanisme		0fr,27 —
Moteur à essence	Huile dite *royaline*		0fr,50 —

Classement. — On a tenu compte de l'examen de la construction, des essais de labourage et de l'épreuve de remorquage sur route.

Pour les tracteurs à vapeur, le Mac Laren a été classé premier et le tracteur Ruston, second.

Pour les tracteurs à essence, les deux premiers *ex æquo* ont été le Big 4 et le Case. Le tracteur Caterpillar fut classé troisième.

Pour les charrues automobiles, les deux premiers *ex æquo* furent la D. K. et la Stock. La machine Benedetti fut classée troisième.

Travail du tracteur-treuil Bajac

en service à La Houssière, commune de Varennes (Indre-et-Loire),

par M. le Docteur J. Thomas.

Le tracteur-treuil Bajac a été mis en service chez moi le 20 mai 1913. Une première période avant les moissons a été employée à dresser le personnel au maniement du matériel ; pendant ce temps il a été labouré huit hectares de terres non ensemencées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

L'appareil est resté ensuite au repos jusqu'aux moissons ; il a coupé alors en 14 jours, à raison de 8 heures de travail effectif par jour, 70 hectares de céréales (30 de blé et 40 d'avoine), soit 5 hectares par jour.

Le tracteur remorquait en traction directe une moissonneuse-lieuse Mac Cormick de 1m 80 de barre de coupe. Les arrêts, par suite de bourrage ou de rupture de ficelle, ont été moins fréquents qu'avec les chevaux ; la moissonneuse a été immobilisée deux jours par la rupture de la crémaillère de relevage de la roue motrice. Pour le travail particulièrement dur qu'impose la traction mécanique, il y aurait lieu de renforcer cette pièce soumise à des efforts pénibles.

Les consommations de benzol et d'huile ont été en moyenne à l'hectare de :

15 litres de benzol à 0fr,38 le litre, soit 5fr,70
0 litre 800 d'huile à 0fr,80 soit 0fr,64.

soit au total une dépense de benzol et d'huile de *6 Fr. 34* à l'hectare moissonné.

***

Les labours pour les ensemencements d'automne ont commencé vers le 15 septembre pour se terminer vers le 28 octobre, avec des interruptions dans le travail causées par les pluies en octobre. Pendant les premiers jours du labourage, la très grande sécheresse et l'envahissement du terrain par les herbes, poussées en quantité au moment des pluies de mai, ne permettaient pas le labour par les chevaux ; le tracteur a labouré sans difficulté. Cependant, pour obtenir un travail parfait, nous avons, pendant cette période sèche, employé la charrue à 2 raies et effectué le labour à une profondeur moyenne de 0m 30 à 0m 35 ; nous avons travaillé ainsi environ 20 hectares. Dès que cette période de sécheresse eut pris fin, nous avons travaillé 28 hectares avec la charrue à 4 raies à une profondeur moyenne de 0m 20 à 0m 25.

La durée du travail effectif pendant les labours a été de 8 heures en moyenne. La surface travaillée chaque jour a été de 1,5 hectare pour le labour à 0m 30-0m 35 et de 2,5 hectares pour le labour à 0m 20-0m 25.

Les consommations de benzol et d'huile ont été en moyenne à l'hectare de :

34 litres 8 de benzol à 0fr,38, soit 13fr,22
2 litres 5 d'huile à 0fr,80 soit 2 francs.

Soit au total une dépense de benzol et d'huile de *15 Fr. 22* par hectare labouré.

Cette consommation est très peu élevée si nous tenons compte du terrain travaillé : c'est un sol silico-argileux compact dans lequel se rencontrent des ronces et des racines que la charrue met à jour.

Il faut peut-être attribuer cette faible consommation à la pratique suivante que l'expérience nous a enseignée comme la meilleure : nous n'utilisons jamais toute la longueur du câble du treuil mais seulement de 80 à 120 mètres suivant les grandeurs des pièces à travailler.

Nous réduisons ainsi presque à zéro le frottement du câble sur le sol, qui absorbe une notable partie de la force du moteur ainsi que nous avons pu maintes fois nous en rendre compte. La perte de temps que représente la descente plus fréquente des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cales est amplement compensée par l'allure plus rapide de la charrue qui bénéficie de la presque totalité de la puissance du moteur.

Il convient de remarquer encore que nous labourons la totalité du champ au tracteur, fourrières comprises, en employant le dispositif suivant.

Nous labourons d'abord à plat le champ comme d'habitude, en faisant les rayages

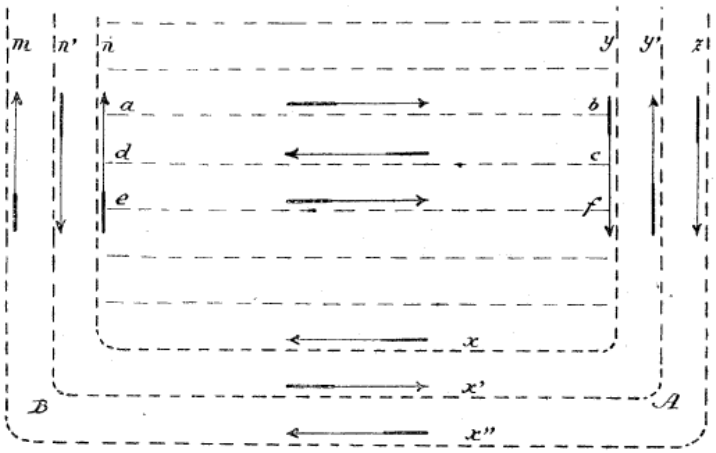


Fig. 7. — Rayages du labour complet d'un champ avec le tracteur-treuil.

$a\,b$, $c\,d$, $e\,f$,... (fig. 7) et en laissant des fourrières $n\,m$, $y\,z$, assez larges pour tourner facilement.

Puis, quand il ne reste plus à travailler en travers que la largeur des fourrières, nous terminons en tournant autour du champ et en ouvrant les rayages yxn, $n'x'y'$, $zx''m$, suivant les sens indiqués par les flèches sur la figure 7; le pivotement sur place de la charrue dans les angles A et B se faisant très facilement en accrochant un instant le câble à l'extrémité du bâti de la charrue qui est en l'air.

***

D'après ces six premiers mois d'exploitation nous pouvons établir les dépenses du tracteur pour une année entière en augmentant d'un tiers celles des six mois : les labours de printemps qui restent à faire ne représentent en effet que 30 hectares environ. Ces dépenses se comptent comme suit :

	francs.
Amortissement en 5 ans et intérêts à 4 p. 100 de 30 000 francs . .	6 900
Salaire du mécanicien	1 800
Salaire du laboureur.	1 200
Benzol (environ 4 000 litres à 0fr,38).	1 550
Huile (environ 300 litres à 0fr,80)	240
Entretien.	600
Total des dépenses.	12 290

En toute justice il faut déduire de ces dépenses l'économie réalisée par l'entretien de tout le matériel agricole fait par le mécanicien à ses moments perdus, et qui n'est pas inférieure à 500 fr au bas mot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans le tracteur, il nous faudrait 6 attelées de 2 chevaux et 1 cheval de cour, soit 13 chevaux et 7 hommes. Je n'ai conservé, et cela suffit parfaitement, que 2 attelées de 2 chevaux et 1 cheval de cour, soit 5 chevaux et 3 hommes.

Le tracteur, avec les deux hommes qu'il nécessite, remplace donc :

8 chevaux et 4 hommes, dont les dépenses s'établissent ainsi :

	francs.
Amortissement en 10 ans et intérêts à 4 p. 100 de 8 000 francs. . .	960
Nourriture, ferrures, harnais, etc..	8 000
Salaire des 4 charretiers	4 800
Total des dépenses.	13 760

Il y aurait donc, en faveur du tracteur, une *économie apparente* de 1 470 francs.

J'ai dit économie apparente, car il me paraît sage de tenir compte que le chapitre de l'entretien du tracteur, très faible cette année, doit se trouver majoré les années suivantes dans de fortes proportions. Joignons donc cette somme de 1 470 fr. aux 600 fr. comptés cette année, ajoutons-y encore les 500 fr. d'économies réalisées sur l'entretien du matériel agricole, nous avons ainsi une somme de 2 500 fr. en chiffres ronds pour les répartitions annuelles.

En mettant les choses au pire, il semble impossible que cette somme de 2 500 fr. puisse être dépassée pour les réparations annuelles, et nous arrivons donc à cette conclusion que *le tracteur ne me coûte pas plus cher que les chevaux.*

C'est là un résultat considérable si l'on tient compte des avantages suivants qu'offre le travail du tracteur :

1° Il permet d'économiser 2 hommes sur 7, soit 30 p. 100.

2° Il exécute le labour et la moisson plus vite que les chevaux, ce qui a une importance capitale dans mes terres argileuses, où il faut profiter sans retard de l'heure propice.

3° Il fait, dans ces terres argileuses, un labourage qu'il est presque impossible d'obtenir avec des chevaux si la terre n'est pas parfaitement prise en temps voulu.

J'ajoute enfin que le tracteur-treuil ne nous a jamais occasionné d'ennuis et qu'il a assuré le service aussi régulièrement que possible.

Je ne sais si mes conclusions actuelles se confirmeront dans l'avenir; l'année qui commence nous apportera de précieuses indications à ce sujet.

Essais de Klein-Wanzleben (1).

Les essais effectués à Klein-Wanzleben, en août-septembre 1913, par la Société d'Agriculture d'Allemagne, ne comprenait que des appareils actionnés par des moteurs à explosions :

Système à câble : Kuers (Tegel, près Berlin) ; deux treuils se déplaçant chacun sur une fourrière.

(1) D'après le Bulletin de janvier 1914, page 118, de l'*Institut international d'Agriculture*, donnant l'analyse d'un article de M. Lichtenberger dans *Deutsche Landwirtschaftliche Presse*, 25 oct. 1912, page 1027.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tracteurs : C.I.M.A. ; Universal ; Caterpillar ; Pöhl grand modèle et Pöhl petit modèle.

Charrues automobiles : Akra ; Stock ; *W. D.*

Les essais de ces neuf appareils de culture mécanique commencèrent par une période préparatoire de 7 jours, suivie d'une période principale de 2 jours (21 et 22 août), pendant laquelle les appareils fonctionnèrent dans le même champ dans des conditions aussi semblables que possible.

Les résultats des deux journées d'essais de la période principale sont rassemblés dans le tableau suivant :

		Surface labourée par heure en ares.	Profondeur de labour en cm.	Consommation de combustible par hectare en kg.	Nature du combustible.
Kuers	1er jour.	42,4	27	19,6	Benzol brut.
	2e jour.	42,1	19	16,8	— —
C. I. M. A.	1er jour.	72,2	27	31,2	« Cytine ».
	2e jour.	78,3	19	24,5	—
Universal.	1er jour.	33,2	27	»	Benzol.
	2e jour.	51,7	22,5	25,6	—
Caterpillar	1er jour.	68,2	28	29,6	Essence.
	2e jour.	88,2	20	20,5	—
Pöhl, grand modèle.		40,0	21	37,4	Benzol.
Pöhl, petit modèle.	1er jour.	27,5	27	38,3	Benzol.
	2e jour.	30,0	23	29,7	—
Akra	1er jour.	54,8	28,5	26,6	Benzol.
	2e jour.	65,6	22	20,5	—
Stock.	1er jour.	60,0	30,5	27,8	Benzol.
	2e jour.	61,7	19	21,5	—
W. D.	1er jour.	52,2	26,5	23,8	Benzol.
	2e jour.	56,2	20,5	21,7	—

Le troisième jour fut consacré à des essais dynamométriques. Puis il y eut une épreuve d'une durée de 32 à 35 jours, pendant laquelle les appareils labourèrent à des profondeurs différentes des superficies variant de 28 hectares (tracteur Pöhl, petit modèle) à 174 hectares (tracteur *C. I. M. A.*).

Concours.

Vercelli. — Un concours d'appareils destinés au labourage mécanique des rizières aura lieu au printemps 1914 à la Station rizicole de Vercelli, province de Novare (Italie).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 13 FÉVRIER 1914

Présidence de M. L. LINDET, *président*.

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

Les machines à vapeur, par M. le lieutenant-colonel P. CORDIER;

La métrophotographie, par M. J. TH. SACONNEY;

Le sous-marin, six conférences faites en 1913 aux Élèves de l'École polytechnique, par MM. MAURICE, MARBEC, POINCET et MERCIER;

Le tissage du ruban à domicile dans les campagnes du Velay, par M. GERMAIN MARTIN, professeur d'économie politique à la Faculté de Droit de Montpellier;

Économie politique et statistique, par M. CH. LORDIER, Ingénieur consultant;

Le fonctionnement économique du chauffage central, par M. G. DE GRAHL, traduit de l'allemand par M. A. SCHUBERT, Ingénieur des Arts et Manufactures;

La protection des réseaux et des installations électriques contre les surtensions, par M. G. CAPART, Ingénieur civil des Mines;

La télégraphie sans fil et la loi, par M. A. PERRET-MAISONNEUVE, juge au Tribunal civil d'Amiens;

Guide élémentaire du monteur électricien, par M. VON GAISBERG, traduit sur la 43e édition allemande par M. E. BOISTEL;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annuaire de l'électricité, édité par la LUMIÈRE ÉLECTRIQUE ;

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale : Résultats statistiques du recensement général de la population effectué le 5 mars 1911. Tome I, 1re partie;

Quelques conseils aux dessinateurs. Le procédé Dorel. Le procédé zincochrome;

L'Association française et l'Association internationale pour la Lutte contre le Chômage.

M. HITIER analyse les ouvrage suivants :

Exposition universelle et internationale de Bruxelles 1910. Section française, classe 64 bis : Forces hydrauliques, électrométallurgie, électrochimie et industries qui s'y rattachent. Rapport par M. ROBERT PINOT, secrétaire général de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques ;

Musée rétrospectif de la classe 92; *Papeterie et papetiers de l'ancien temps*, à l'Exposition universelle internationale de 1900 à Paris, par M. JOHN GRAND-CARTERET (don de M. G. Putois) ;

Les récents progrès du système métrique. Rapport présenté à la 5e Conférence générale des Poids et Mesures, par M. CH. ED. GUILLAUME, directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures;

Les catalyseurs biochimiques dans la vie et dans l'industrie, par M. JEAN EFFRONT, directeur de l'Institut des Fermentations de Bruxelles (renvoyé au Comité des Arts chimiques) ;

Les méthodes de la chimie organique, par M. TH. WEYL. Traduit de l'allemand par M. R. CORNUBERT ;

Les plantes tropicales alimentaires et industrielles de la famille des légumineuses, par M. PH. DE SORNAY, chimiste (renvoyé au Comité d'Agriculture) ;

La chaleur et l'humidification dans le travail des textiles, par M. HENRI NEU, Ingénieur civil (renvoyé au Comité des Arts mécaniques) ;

Les laboratoires sidérurgiques, par M. A. LEDEBUR, professeur à l'Académie royale des Mines de Freyberg. Traduite sur la 9e édition allemande par MM. M. DIAMANT et M. COSTE ;

Les industries agricoles et alimentaires, par MM. L. FRANÇOIS et R. VALLIER ;

Annuaire pour l'an 1914 publié par le BUREAU DES LONGITUDES ;

Agenda des colons de l'Afrique du Nord, par M. C. SILVESTRE ;

Institut Pasteur, 25e anniversaire de sa fondation. Cérémonie du 15 novembre 1913 ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les conserves de tomates, par le Dr P. CARLES, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux ;

La houille en Nouvelle-Calédonie, par M. H. COLOMER, Ingénieur civil des Mines.

Treize membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

La SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE LA BONNEVILLE, fabrication de tous alliages de cuivre laminé, à Paris, présentée par M. Guillet ;

M. BEIGBEDER (Onésime), ingénieur, à Paris, présenté par M. Gruner ;

M. MARÉTHEUX (Louis-Aimé), directeur de l'Imprimerie de la Cour d'Appel, à Paris, présenté par MM. Lindet et Hitier ;

La SOCIÉTÉ LAITIÈRE MAGGI, à Paris, présentée par MM. Lindet et Bordas ;

M. PORTEVIN (Albert), Ingénieur des Arts et Manufactures, chef des Travaux de métallurgie à l'École centrale, à Paris, présenté par M. Guillet ;

La SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DE DION-BOUTON, construction d'automobiles, à Puteaux (Seine), présentée par M. Guillet ;

M. DEMONTY (Mathieu-Arsène), Ingénieur des Mines, A.I.Lg, à Liége (Belgique), présenté par M. Guillet ;

M. BOUVIER (Georges), ingénieur, administrateur délégué de la Cie française de Lumière, Chaleur et Dynamique, à Paris, présenté par MM. Lindet et Lemaire ;

M. ROUSSELOT (Édouard), fabricant de colles, gélatines, engrais et produits chimiques, à Paris, présenté par MM. Trillat et le capitaine Nicolardot ;

M. EVETTE (Armand), Ingénieur des Arts et Manufactures, manufacturier, papiers de fantaisie et cartons, président de la Chambre syndicale du Papier et des Industries qui le transforment, à Paris, présenté par MM. Lindet et Larivière ;

M. CAZAUBON (Alfred), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, industriel, à Paris, présenté par MM. Lindet et Larivière ;

M. ESCHWÈGE (Paul), Ingénieur civil des Mines, directeur de la Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité, président du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, Paris, présenté par MM. Lindet et Larivière ;

Les ÉTABLISSEMENTS BOUCHAYER ET VIALLET, société anonyme pour constructions métalliques et grosse chaudronnerie, à Grenoble (Isère), présentés par M. Guillet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sont admis comme membres de la Société :

M. DE LA TAILLE (Jean), M. GALLICE (Georges), M. MAZEN (Natalis), M. BOUQUET (Félix), M. DE GRAILLY (Jean), M. TERQUEM (Émile) et M. VILLETTE-GATÉ,

qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. LE PRÉSIDENT annonce le décès de **sir William Preece**, du cabinet d'ingénieurs-conseils Preece, Cardew and Snell, ingénieur-conseil des Télégraphes de l'État, à Londres, qui était membre correspondant étranger du Comité des Arts économiques.

Il signale la lettre de remerciement adressée à la Société pour avoir bien voulu adhérer au Comité national français de l'Éclairage et désigné M. Daniel BERTHELOT pour la représenter à ce Comité.

Des remerciements ont été en outre adressés à la Société par des lauréats récompensés par elle dans la séance solennelle du 30 janvier, par leurs patrons ou par les personnes qui y avaient été invitées.

M. Andrault; commandant Roche; M. Chaumonot; la Société anonyme de Pérenchies; M. Flamant; M. G. Eiffel; M. Bajac; M. Evette, président de la Chambre syndicale du Papier; M. Paul Stahl, président du Syndicat de la grande Industrie chimique; M. Chòmienne; M. Truffaut; M. Delaporte; M. Martin-Mayeur; M. G. Abt; MM. Jacob, Delafon et Cie; MM. Clément et Rivière; MM. Blanzy-Poure et Cie; le directeur de la Cie des Chemins de fer de l'Est; M. Gall, président de la Société des Ingénieurs civils; la Société française métallurgique; M. C. Matignon; M. André; M. Marxer et la Société des anciens Établissements Weyher et Richemond; M. Herzmark; M. Marié; M. Sirot et M. Joret; M. Nigoud, directeur de la Cie du chemin de fer d'Orléans; M. le directeur de la Cie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons; M. L. Gaumont; MM. Benker et Millberg.

M. JAMES DANTZER présente, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur « *le Puissant* », *aspire-fil pneumatique pour navettes de tissage, système Jules Caquelin.*

M. GRUNER, président du Comité de Commerce, lit ensuite, au nom de ce Comité, une notice nécrologique sur **M. G. Roy**, dont l'insertion dans le Bulletin est approuvée.

M. LE PRÉSIDENT. — La Société est très reconnaissante à M. Gruner d'avoir, dans un style aussi élevé, tracé la vie et l'œuvre de Gustave Roy; la sincérité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cet éloge, l'émotion avec laquelle nous venons de l'entendre graveront plus profondément encore dans nos cœurs le souvenir de notre illustre et regretté collègue.

M. Camille Matignon fait une communication sur *Une industrie nouvelle, l'utilisation rationnelle des vinasses (procédé Effront)*.

On a cherché depuis longtemps à traiter les vinasses de distillerie dans le but de récupérer les principes fertilisants qu'elles contiennent et de rejeter les liquides traités sans inconvénient pour l'infection et la pollution des rivières. Les vinasses contiennent des sels de potasse, des matières azotées constituées surtout par la bétaïne et des acides amidés comme la leucine, l'asparagine, l'acide glutamique, etc., et des hydrates de carbone. Après un historique rapide des méthodes de traitement et de récupération déjà proposées, le conférencier expose le problème résolu par M. Effront : trouver des diastases (amidases) capables d'isoler à l'état d'ammoniaque les groupements $Az\,H^2$ des acides amidés. La levure de bière, le ferment butyrique et d'autres microbes de la flore bactérienne du sol, placés dans des conditions convenables, milieu alcalin, matières nutritives convenables, présence d'alumine, etc., élaborent des amidases qui résolvent le problème. Tout l'azote des acides amidés est transformé en ammoniaque, tandis que les résidus des molécules donnent des acides gras, acétique, propionique, butyrique; la bétaïne fournit la triméthylamine et les mêmes acides.

La vinasse sortant des colonnes à distiller est amenée dans des cuves de fermentation, additionnée de 5 à 7 p. 100 de son volume, d'un levain initial, maintenue à 35-40°, neutralisée par la chaux ou de la potasse, puis alcalinisée avec cette dernière jusqu'à contenir 15 à 20 cm^3 de potasse normale par litre. Comme sels nutritifs et comme adjuvants, on ajoute 10 à 15 g de phosphate, 50 à 200 g de sulfate d'alumine. Pendant les six premières heures, on aère le moût par un courant d'air ; la réaction commence ensuite avec production d'ammoniaque, dégagement de gaz carbonique, d'hydrogène et même de méthane ; elle dure environ trois jours ; elle est terminée quand le dosage d'ammoniaque montre que la teneur reste stationnaire.

Le liquide soutiré contient l'ammoniaque, la triméthylamine, les acides gras, de la glycérine, des acides bibasiques, succinique, malique, tartrique, etc., et la potasse. Par hectolitre d'alcool, on produit ainsi avec les vinasses de mélasses :

30 kg de sulfates d'ammoniaque et de triméthylamine;

30 kg d'acides gras organiques;

3 kg d'acides bibasiques fixes;

3 kg de glycérine.

Après avoir fortement alcanisé par la chaux ou le carbonate de potasse, on distille les bases, puis on acidule nettement le résidu : les acides passent maintenant à la distillation. Après évaporation complète, il reste dans la matière solide les acides bibasiques et le sulfate de potassium.

M. Effront est arrivé à séparer rigoureusement les deux bases ammoniaque et triméthylamine par une méthode fort élégante reposant sur l'inégalité des fonctions basiques ; l'ammoniaque donne aussitôt le sulfate marchand, tandis que l'autre base

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passe à l'usine à cyanure. Là elle est décomposée à 1 000°, d'après une vieille réaction de Würtz, en acide cyanhydrique et méthane.

$$(CH^3)^3\,Az = CAzH + 2\,CH^4.$$

Il est extrêmement difficile de séparer les acides gras du mélange obtenu dans une première distillation. M. Effront a résolu ce problème des plus délicats en déshydratant le mélange par du sulfate d'alumine anhydre qui s'empare de l'eau en formant le sel hydraté fondu, lequel se sépare ensuite complètement du mélange d'acides.

Cette utilisation rationnelle des vinasses, tout à fait généralisée, produirait des acides gras en quantités considérables, dépassant notablement la consommation; aussi M. Effront a-t-il cherché et trouvé une transformation permettant de les amener à l'état de produits à pouvoir calorifique élevé, susceptibles d'être consommés dans les moteurs.

En employant le coke pur comme catalyseur, il transforme les acides acétique et propionique en acétone et propione et l'acide butyrique en méthylpropylcétone avec des rendements élevés. Toutes ces nouvelles substances, en dehors des applications spéciales qu'elles pourraient recevoir, auraient une utilisation illimitée dans les moteurs à explosion ou les moteurs du type Diesel appelés certainement à prendre dans l'avenir une importance de plus en plus grande.

Les procédés Effront s'étendent aussi à la tourbe : celle-ci, à l'aide des mêmes ferments, conduit également à l'ammoniaque et aux acides organiques.

M. le Président remercie M. le Professeur Matignon d'avoir mis la Société au courant de cette industrie dont le principe est si inattendu, et que l'esprit inventif du Dr Effront ne cesse de doter de nouvelles ressources. Nous lirons avec intérêt cet exposé dans notre Bulletin, et nous constaterons une fois de plus que nous sommes les créanciers de la Nature au sujet de l'azote, que nous l'introduisons dans la plante à l'état d'engrais, mais à la condition de le reprendre quand la plante a cessé de vivre et a fourni à l'industrie son sucre, son amidon ou son alcool.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 27 FÉVRIER 1914

Présidence de M. L. Lindet, *président*.

MM. Hitier et Toulon, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. Toulon analyse les ouvrages suivants :

L'industrie et les industriels, par M. Yves Guyot, président de la Société d'Économie politique;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

The Celebration of the 250th Anniversary of the Royal Society of London, July 15-19, 1912.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

La fermentation alcoolique, par M. ARTHUR HARDEN ;

Carbure de calcium. Éclairage à l'acétylène. Soudure autogène des métaux. Réglementation. Assurance et transports. OFFICE CENTRAL DE L'ACÉTYLÈNE.

Six membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

La SOCIÉTÉ DES CIMENTS ET CHAUX DU COTENTIN, à Paris, présentée par MM. Bertin et Toulon ;

Le SYNDICAT PATRONAL DES CONSTRUCTEURS D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE ET DE PRÉCISION, à Paris, présenté par MM. Toulon et Lemaire ;

M. WISNER (G.), président de la Chambre syndicale des Huiles et Graisses industrielles, à Clichy, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;

M. MARION (Alphonse), administrateur-directeur de la Société générale des Peintures sous-marines, à Marseille, présenté par MM. Lombard et Dony ;

M. HALPHEN (Henri), Ingénieur-agronome, à Paris, présenté par MM. Lindet et Terré ;

M. BERNARD (Victor), chef des Services chimiques des Établissements de Dion-Bouton, à Puteaux (Seine), présenté par M. Guillet.

Sont admis comme membres de la Société :

La SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE LA BONNEVILLE ; M. BEIGBEDER (Onésime) ; M. MARÉTHEUX (Louis-Aimé) ; la SOCIÉTÉ LAITIÈRE MAGGI ; M. PORTEVIN (Albert) ; la SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMERTS DE DION-BOUTON ; M. DEMONTY (Mathieu-Arsène) ; M. BOUVIER (Georges) ; M. ROUSSELOT (Édouard) ; M. EVETTE (Armand) ; M. CAZAUBON (Alfred) ; M. ESCHWÈGE (Paul) ; les ÉTABLISSEMENTS BOUCHAYER ET VIALLET,

qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. LE PRÉSIDENT annonce le décès de **M. Étienne Marès**, président de la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault, vice-président de la Confédération générale des Vignerons, membre de l'Académie des Sciences de Montpellier, lauréat et membre de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Des remerciements ont été adressés à la Société par M. le capitaine P. Nicolardot et M. Louis Glaume, lauréats récompensés par elle dans la séance solennelle du 30 janvier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société a été représentée à la réunion générale du Syndicat des Constructeurs de Machines agricoles par notre collègue, M. Ringelmann.

La Société d'Encouragement a été invitée à envoyer une délégation au VI[e] Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée qui aura lieu à Londres, les 12-17 juillet 1915.

M. LE PRÉSIDENT annonce que le Conseil d'Administration, réuni en Comité secret, le 19 février, a voté la nomination d'un membre du Conseil et de trois membres correspondants sur la proposition des Comités techniques intéressés ;

M. GALL a été nommé membre du Comité des Arts chimiques ;

M. LEGALLET, de San Francisco, et M. NICHOLS, de New York, ont été nommées membres correspondants du Comité des Arts chimiques ;

M. KAMERLINGH ONNES, de Leyde (Hollande), a été nommé membre correspondant du Comité des Arts économiques.

Le Conseil d'Administration, réuni en Comité secret le 19 février, a voté les subventions suivantes, accordées pour l'année 1914 :

3 000 francs à M. Charles Fremont, pour étudier les moyens de fabriquer de bonnes limes et de les bien utiliser (Comité des Arts mécaniques, rapporteur M. Sauvage) ;

2 500 francs pour étudier trois questions posées par le Syndicat général des Cuirs et Peaux de France, questions qui ont été signalées dans la séance publique du 16 décembre 1913. Les bénéficiaires ne sont pas encore désignés ; ils seront choisis parmi les candidats qui se présenteront. A cet effet, un appel a été fait dans les journaux spéciaux à la tannerie et à la peausserie (Comité des Arts chimiques, rapporteur M. Livache) ;

2 000 francs à M. Portevin, pour étudier les causes de la surchauffe et de la brûlure des produits sidérurgiques et les moyens de les prévenir ou d'y remédier (Comité des Arts chimiques, rapporteur M. Guillet) ;

1 500 francs à M. Durand, pour étudier le durcissement anormal des alliages d'aluminium et de magnésium et en particulier du « duraluminium » (Comité des Arts chimiques, rapporteur M. Guillet) ;

1 200 francs à M. Lainé, pour étudier le traitement des eaux résiduaires de féculerie et d'amidonnerie (Comité d'Agriculture, rapporteur M. Tisserand) ;

3 000 francs pour étudier le moyen de supprimer ou d'atténuer dans les immeubles les trépidations qu'y produit le passage des automobiles. Le bénéficiaire n'est pas encore désigné ; il le sera par une sous-commission composée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de MM. Larivière, Mesnager et Moreau (Comité des Constructions et Beaux-Arts, rapporteur M. Larivière) ;

2 000 francs pour étudier l'apprentissage en Suisse et l'enseignement qui peut en résulter pour la France. Le bénéficiaire n'est pas encore désigné. (Comité de Commerce, rapporteur M. Dupuis) ;

500 francs à la Société de Protection des Apprentis pour lui faciliter la publication de ses monographies d'orientation professionnelle (Comité de Commerce, rapporteur M. Alfassa).

Ces subventions représentent un total de 15 700 francs ; cette somme a été prélevée sur les fonds généraux et sur les revenus des fondations générales ou particulières dont disposent les divers Comités.

M. Sauvage présente, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur le *Monte-courroies pour cônes à gradins, système* Béraud et Hallot, dont les conclusions sont approuvées.

Lecture est ensuite donnée d'un rapport de M. Bardy, présenté au nom du Comité des Arts économiques, sur un mémoire de M. Eugène Collin, intitulé : *Examen microscopique des fourrures commerciales*. Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

Mlle L. Zeys fait une communication sur *Les petites industries féminines à la campagne.*

Après avoir constaté que les nécessités sociales actuelles obligent la femme à rechercher, elle aussi, une occupation lucrative, Mlle L. Zeys passe en revue quelques industries auxquelles la femme peut s'adonner à la campagne sans quitter son foyer. La lingerie mérite d'être classée première, d'abord parce qu'elle constitue la production d'un article de nécessité et non de luxe, puis parce qu'elle occupe un nombre considérable d'ouvrières, évalué à 60 000 par l'Office du Travail. Cependant cette industrie est moins florissante que jadis et rencontre la concurrence étrangère. Nous étions autrefois à peu près les seuls producteurs de lingerie fine et nous recrutions une grande partie de notre clientèle en Amérique. Mais bon nombre de congrégations dispersées se sont réfugiées dans le Nouveau Monde et ont formé là de ces ouvrières habiles dont nous nous enorgueillissions jusqu'ici. Puis la lingerie a souffert aussi du protectionnisme, de sorte que certains pays, tels la Belgique, l'Espagne, un peu l'Angleterre, nous retirent peu à peu leur clientèle ; d'autre part, l'Autriche commence à nous concurrencer en ce qui concerne le linge brodé.

La broderie à la main qui, par certains côtés, tient à la lingerie, constitue une industrie vivace et prospère dont le foyer principal, situé en Lorraine, s'étend jusque dans la Haute-Saône. C'est une industrie en plein développement, car elle est soutenue actuellement par la mode du linge brodé.

La dentelle à la main occupe aussi un nombre important d'ouvrières. Après avoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendant longtemps été un élément de prospérité en Basse-Normandie, l'industrie dentellière faillit succomber sous la loi de 1881. Il s'ensuivit un exode important de jeunes filles vers les villes, et le mal fut si grand que l'opinion et les pouvoirs publics s'émurent : c'est alors que fut promulguée la loi de 1903, dite loi Engerand. C'est en vertu de cette loi que l'enseignement de la dentelle fut compris dans le programme des écoles primaires de filles du Calvados, de la Corrèze, du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire, etc. L'initiative privée trouve aussi une large part dans l'établissement des centres dentelliers, car il est à remarquer que c'est à la confection des dentelles que se sont le plus souvent arrêtées les femmes du monde désireuses d'occuper les jeunes campagnardes de leur région. A ce propos, il convient de citer tout particulièrement les organisations remarquables de M^lle^ de Marmier et de la comtesse de Las-Cazes, et celle, plus modeste, mais non moins intéressante, de M^me^ Demonts.

Enfin, dans la nomenclature de ces travaux féminins il importe de ne pas oublier le tricot à la main, travail facile et bien compatible avec la vie rurale, puisque des femmes peuvent s'y livrer tout en gardant le bétail.

A côté de ces industries, il en est d'autres encore qui pourraient être exercées ; mais l'organisation du travail rural en France, relativement récente, a besoin de s'inspirer de l'expérience de pays où elle existe depuis longtemps et où elle a atteint son plein développement. La Suède, à cet égard, nous offre un exemple du travail rural et familial développé dans toutes ses branches.

Chaque province a sa spécialité : dans le Nord, c'est le travail du bois et des métaux ; en Scanie, la dentelle ; en Dalécarlie, la broderie. L'industrie du foyer est pour le Suédois une institution nationale, un élément d'union, de stabilité, de moralisation. Des écoles d'apprentissage forment, dès l'âge de six ans, des enfants au travail manuel ; ils y viennent à la sortie des classes et apprennent à confectionner des objets utiles et pratiques.

Le tissage à la main occupe une place prépondérante dans l'industrie féminine suédoise. Toutes les classes de la société s'y adonnent, depuis la grande dame jusqu'à l'humble ouvrière ; toutes les femmes suédoises tissent non seulement le linge de maison, mais aussi des étoffes d'une trame plus compliquée.

La rénovation de l'industrie rurale suédoise date de 1874 ; elle est due en partie à la constitution de la Société des *Handarbetes Vänner* ou Amis du Travail manuel, dont les ramifications couvrent toute la Suède. Cette Société, subventionnée par l'État, possède à Stockholm des locaux d'exposition de travail et d'instruction. Elle a ouvert un certain nombre d'écoles où l'on forme des ouvrières, et souvent, en Suède, il arrive qu'avant d'engager une institutrice primaire l'on exige qu'elle ait fréquenté une de ces écoles.

Une autre société, plus jeune, répond peut-être mieux encore à la dénomination de rurale ; c'est *Föreningen for Swensk Hemslöjd?* Fondée en 1899 sous la présidence du prince Eugène, elle encourage le travail régional et, grâce à son influence, les paysannes filent elles-mêmes leur laine et recommencent à la teindre.

Enfin, une troisième société, non plus œuvre philanthropique comme les deux autres, mais plutôt affaire privée, contribue cependant au même but, c'est le *Licium*, qui tend à former et à développer le sens artistique des foules. Ce qui lui donne beaucoup de notoriété, c'est d'être en partie inspirée par le grand peintre Zorn.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A signaler aussi *Bikupan*, moins régionaliste que les sociétés mentionnées plus haut, qui se contente d'accepter et de vendre tous les travaux offrant quelque originalité.

M. LE PRÉSIDENT. — Depuis longtemps le Comité d'Agriculture s'est préoccupé de faire exposer devant la Société cette intéressante question du travail de la femme à la campagne, œuvre moralisatrice entre toutes, qui retient l'ouvrier à la terre, en lui permettant de grossir son salaire de celui gagné par sa femme et souvent par ses filles, et qui retient même l'ouvrier dans son foyer, le jour où le travail et le bien-être s'y sont installés. Le Comité d'Agriculture a eu la bonne fortune de rencontrer Mlle Zeys, qui, nantie de nombreux documents recueillis par elle à l'étranger et notamment en Suède, nous a montré ce qui est fait en France et ce qui pourrait s'y faire ; je la remercie au nom de la Société et la prie de nous remettre le texte de sa communication qui sera examinée par le Comité compétent avant de paraître dans notre Bulletin.

M. DAVIDSEN fait ensuite une communication sur *La fabrication moderne du ciment Portland.*

M. Davidsen rappelle que le ciment Portland artificiel est obtenu par la cuisson d'un mélange de 4 parties de calcaire avec environ 1 partie d'argile, et que cette matière, une fois cuite (clinker), est broyée finement.

Il soumet ensuite des spécimens d'une quarantaine d'usines à ciment Portland, choisies entre les installations modernes de la maison F. L. Smidth et Co., de Copenhague ; chaque envoi contient : les matières premières, le mélange introduit dans le four, le clinker obtenu et le ciment fini.]

Il montre ensuite le développement que la fabrication du ciment Portland a pris dans ces dernières années, et soumet des diagrammes du développement de cette industrie dans les États de l'Amérique du Nord, d'où il ressort que la production pendant 1900 était d'environ 1 250 000 t et que, pour l'année 1911, elle s'élève à plus de 13 000 000 t, soit près de la moitié de la fabrication de fonte brute dans ces mêmes pays. Le prix de vente, par contre, est descendu avec l'augmentation de production et est tombé à 25 f la tonne pendant l'année 1911.

Par les plans de l'usine à ciment « La Bonne Espérance » en Belgique, M. Davidsen montre ce qu'est la fabrication avec des matières tendres, comme la craie et l'argile. Ces matières sont délayées dans l'eau, broyées en pâte, et introduites telles dans les fours rotatifs; le clinker obtenu est broyé ensuite dans des « kominors » et dans des tubes-broyeurs Dana.

Par les plans de l'usine de Tongshan, en Chine, il montre la fabrication avec des matières dures, qui sont tout d'abord séchées par les gaz perdus des fours, ensuite mélangées et broyées finement, puis humectées avant l'introduction dans les fours rotatifs.

Par les plans de l'usine de Felsögalla, en Hongrie, il montre la nouvelle fabrication par voie humide des matières dures : on évite ainsi le séchage et on simplifie la fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux fours rotatifs de cette usine ont chacun 70 m de longueur et sont à zone de cuisson élargie.

Chacun de ces fours peut produire normalement 250 t par 24 heures.

Les deux principaux perfectionnements de la fabrication moderne du ciment, qui ont permis d'industrialiser cette fabrication, sont l'emploi du tube-broyeur pour le broyage fin, et l'adoption du four rotatif pour la cuisson.

Le tube-broyeur à galets, inventé par M. Davidsen, évite tout tamisage des produits finis. Le conférencier retrace l'histoire de cet appareil et montre par les travaux de M. Le Chatelier la grande importance que joue dans la fabrication du ciment le broyage fin des matières crues.

Le four rotatif pour la cuisson du ciment fut inventé en 1885, par M. Ransome en Angleterre, mais il n'a été employé comme il l'est maintenant que vers 1893-1895, aux États-Unis, après que l'on eut pu le faire marcher avec le poussier de charbon comme combustible. M. Davidsen fait ressortir la supériorité de la flamme du charbon en poussière sur la flamme du gaz de gazogène.

Pour l'ensachage sans production de poussière, on emploie l'« Exilor », appareil qui, par le vide, aspire le ciment dans les sacs ; ceux-ci sont en même temps pesés automatiquement.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie bien vivement M. Davidsen qui vient de passer en revue la fabrication mondiale du ciment, en nous faisant connaître les hardiesses qui ont été accomplies dans ces dernières années pour la construction des fours, les progrès que réalise l'application des broyeurs à galets et dont le mérite revient à notre aimable conférencier. Il nous a donné également l'occasion de rappeler les remarquables travaux de notre collègue, M. Le Chatelier et l'influence qu'ils ont eue sur l'industrie des ciments. Notre Société sera heureuse de pouvoir relire la communication de M. Davidsen, et je lui serai obligé de vouloir bien en remettre le texte au Secrétariat, afin qu'il soit, préalablement à l'insertion dans notre Bulletin, examiné par le Comité compétent.

La séance est levée à 22 h. 50 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Studio microscopico e chimico pel riconoscimento delle fibre vegetali, lane, peli, pelliccie, sete naturali, sete artificiali. Analisi quantitativa dei tessuti ed altri manufatturi tessili, par M. Alessandro Solaro. In-4 de 432 p. avec 400 figures. Milano, Ulrico Hoepli, 1914.

L'ouvrage de M. Alexandre Solaro, inspecteur des douanes, dont il a été fait hommage à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, envisage l'étude microscopique des fibres textiles les plus répandues et couramment employées par l'industrie textile. Il comporte 400 épreuves photomicrographiques originales et 30 tableaux intercalés dans le texte qui rendent le travail des plus intéressants.

L'auteur commence par rappeler dans une partie générale qu'il s'est inspiré des recherches faites avant lui sur le même sujet, notamment par Vétillard, Carlo Cramer, Hassack, Berlino, Sasserath, etc., puis il expose dans ses moindres détails la manipulation des instruments microscopiques tout en indiquant les meilleures méthodes pour les préparations et les solutions, les réactifs les plus en usage, les échelles d'agrandissement, etc.; en un mot, il commence par initier ses lecteurs à la préparation sûre et parfaite des épreuves microphotographiques.

L'ouvrage proprement dit se divise en quatre parties principales qui ont respectivement trait à l'examen microscopique et chimique des fibres d'origine végétale, des fibres d'origine animale, des soies artificielles et à l'analyse quantitative des tissus et matières textiles diverses.

Dans la première partie relative notamment aux fibres suivantes : le coton, le lin, le chanvre, la ramie, le jute, l'ananas, l'alfa, l'aloès, le yucca, le sunn, le rafia, le chanvre de Manille, le coco, etc., l'auteur montre la forme des fibres en long et en coupe sous l'action de réactifs appropriés ; puis après avoir noté les longueurs et les diamètres des fibres, il présente en 12 tableaux très méthodiques le résultat des observations qu'il a effectuées.

La seconde partie de l'ouvrage vise particulièrement les fibres de laine, les déchets de laine tels que le shoddy, le mungo, etc., enfin les poils d'animaux et fourrures tels que ceux de la vigogne, de l'alpaga, du lama, du chameau, de la loutre, du rat musqué, de la taupe, de la zibeline, du castor, etc., etc., dont il serait trop long de donner l'énumération complète. Les résultats des observations microscopiques et chimiques correspondants sont enfin condensés dans 9 tableaux.

Le troisième chapitre a trait spécialement à la soie naturelle ; l'auteur y examine successivement toutes les variétés de bombyx et résume ses recherches à ce sujet dans 5 tableaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la quatrième partie de son livre, M. Solaro étudie les différentes variétés de soies artificielles, c'est-à-dire celles à base de nitrocellulose, de cellulose, de viscose ou de gélatine ; et il examine, pour chacune d'elles, les types de soies que produisent les différents procédés de fabrication ; c'est dire qu'il a tenu à traiter la question d'une façon complète. Si à cela nous ajoutons qu'il a présenté trois tableaux qui résument : l'un, les caractères généraux des différentes sortes de soies artificielles ; l'autre, les observations qu'il a faites sur les fils en long et en coupe ; et le troisième, sur le diamètre des fils, on se rendra compte de l'importance de ce chapitre qui constitue une documentation des plus nouvelles et des plus intéressantes.

L'auteur présente enfin, dans un appendice, un résumé des méthodes d'analyse chimique quantitative des tissus mixtes ainsi que du pegamoïd et autres tissus enduits du même genre.

L'ouvrage de M. Solaro, dont nous venons de présenter un aperçu sommaire, est édité en italien avec un soin tout particulier par l'importante librairie Ulrico Hoepli de Milan.

On y trouve, réuni en un volume très bien présenté comportant 417 pages, non seulement les renseignements microscopiques relatifs aux matières textiles les plus usuelles comme l'ont fait certains auteurs, mais encore des observations sur de nombreuses fibres moins connues et qui s'emploient chaque jour de plus en plus.

Il constitue donc dans son genre une véritable encyclopédie capable de rendre de grands services, non seulement aux industriels des diverses branches de l'Industrie textile, mais encore à toutes les personnes qui de près ou de loin ont besoin de pouvoir différencier des textiles entre eux. Je propose en conséquence au Comité des Arts Mécaniques de remercier M. Solaro d'avoir bien voulu soumettre à notre approbation son remarquable et intéressant ouvrage et je vous demande également de proposer l'insertion de ce compte rendu dans le Bulletin de la Société.

J. DANTZER.

Rouen. Étude d'une agglomération urbaine, par M. J. LEVAINVILLE. In-8 de 418 p. avec 24 fig. et XVI pl. Paris, Armand Colin, 1913. (Prix : 7, 50 f.)

Depuis plusieurs années, il a été publié toute une série de monographies consacrées à l'étude d'une ville ou d'un pays, dont plusieurs sont des œuvres de haute valeur et ont reçu la consécration de prix de diverses Académies ou Sociétés. M. J. Levainville, docteur de l'Université de Bordeaux, continue brillamment cette série par une étude complète de la cité de Rouen.

Comment Rouen est-il devenu un des principaux organes de l'économie nationale ? comment a-t-il joué dans le passé et joue-t-il encore dans le présent un rôle aussi important ?

La situation, l'activité, la vie de Rouen, voilà les trois parties de l'ouvrage. Suivons l'auteur dans sa très intéressante étude.

La situation de Rouen presque au débouché de la Seine lui a ménagé le plus bel avenir. Aussi bien pour le marin venant de la mer du Nord que pour celui arrivant de l'Océan, la Seine était le premier fleuve qui permit d'entrer très loin dans les terres. D'autre part, la vallée de la Seine forme un débouché commercial très actif ; la Seine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constitue une route qui conduit jusqu'au cœur de la France. Aussi Rouen, situé au point de contact de deux navigations : la fluviale et la maritime, et dans une position extrême où il est encore possible de traverser le fleuve, est devenu l'entrepôt d'une importante partie du commerce que la France fait sur l'Océan. Sa situation présente les avantages d'un carrefour où convergent, et se pénètrent mutuellement, trois grandes routes : maritime, fluviale et terrestre.

L'activité du Rouennais lui a permis de combattre les quelques désavantages de son site, qui restreignirent pendant plusieurs siècles les facilités de logement et d'alimentation. L'assimilation des Normands envahisseurs par les Gallo-Romains envahis créa un type d'êtres ayant l'esprit d'entreprise, tempéré par le sens pratique, attachés à leurs intérêts mais manquant un peu de vivacité. « Pondérés dans l'aventure, téméraires par nécessité, hardis avec calcul, les Rouennais ont su de bonne heure résoudre les difficultés inhérentes au site, créer puis transformer leur industrie, s'ouvrir des débouchés commerciaux, fonder leur fortune. » Fondée sur la hardiesse de leur commerce, sur la persévérance de leur industrie, sur l'économie de leur fortune, sur les forces de leur activité, leur civilisation est une des plus belles qui soient ; ils ont raison d'en être fiers.

M. Levainville étudie ensuite les variations du commerce, l'évolution industrielle, la fortune de Rouen.

La troisième partie est consacrée à la vie de Rouen, son alimentation, ses maisons, son développement urbain en raison de la triple fonction agricole, commerciale et industrielle, enfin sa population.

L'agglomération urbaine subit l'ascendant de la région naturelle qui l'entoure et les contre-coups de la société dont elle est une cellule. L'activité des Rouennais s'est toujours efforcée de concilier ces deux séries de phénomènes. « L'édit de Geoffroy Plantagenet qui accordait aux Rouennais les libertés communales, la décision de Henri II qui instituait la juridiction consulaire, ont été aussi importants pour la grandeur de la cité que les forêts environnantes pour l'essor de la marine ou la force vive du Robec pour la prospérité de sa fabrique. Par contre, l'édit de Louis XI qui instaurait les foires de Caen, les traités libre-échangistes de 1786 et de 1860 ont été aussi funestes pour son commerce et pour son industrie que les seuils rocheux du lit de la Seine ou les coteaux abrupts qui étranglent la ville. »

Une bibliographie extrêmement riche en documents tant imprimés que manuscrits occupe les 30 dernières pages.

JULES GARÇON.

Métrophotographie, par M. J.-TH. SACONNEY. (Encyclopédie scientifique), de 287 p. avec 130 fig. 1 pl. Paris, O. Doin et Fils, 1913.

Cet ouvrage de M. Th. Saconney, capitaine du Génie, chef du Laboratoire d'Aérologie et de Téléphotographie militaires de Chalais-Meudon est le premier qui paraît sur ce sujet en France.

Il traite l'ensemble des questions se rapportant à l'emploi de l'appareil photographique comme instrument de mesure.

On y trouvera en particulier l'exposé de tous les procédés nouveaux de lever de précision ou de reconnaissance tant à terre qu'à bord des navires ou des engins aériens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est un manuel pratique mis à la disposition de l'officier, de l'ingénieur, de l'architecte.

Les aviateurs ou aéronautes y trouveront en particulier tous les procédés de lever s'appliquant spécialement à leurs aéroplanes, dirigeables ou sphériques.

Les machines à vapeur, par M. F. CORDIER. (Encyclopédie scientifique), de 398 p., 123 fig. Paris, O. Doin et Fils, 1914.

M. le lieutenant-colonel Cordier, qui nous a déjà donné, dans la collection scientifique de MM. Doin, les petits traités savoureux des « Chaudières et des Condenseurs », et des « Turbines à vapeur », passe aujourd'hui aux « Machines à vapeur ». Ce sont de remarquables exposés rapides des questions si nombreuses qui touchent le sujet. Une partie importante est consacrée, dans le volume des machines, à l'étude des réactions mécaniques, de la régularisation du mouvement, de la régularisation des groupes électrogènes, des essais de rendement, des épreuves de rendement, de consommation, de fonctionnement, de distributions, etc. Un index bibliographique de plusieurs pages termine l'ouvrage. J. G.

Le tissage du ruban à domicile dans les campagnes du Velay, par M. GERMAIN MARTIN. In-12 de III-282 p. Paris, Librairie de la Société du Recueil Sirey, 1913.

Cet ouvrage forme le premier fascicule d'une série d'Études historiques et économiques sur le Velay, et son auteur, M. G. Martin, est professeur d'économie politique à la Faculté de droit de Montpellier. Œuvre d'information et d'éducation, œuvre inspirée par l'amour du pays, elle se rattache à cette classe de monographies régionales dont je célébrais l'éclosion en tête de la bibliographie de mars 1913.

Dans le département de la Haute-Loire, on trouve encore une industrie à domicile : Le Puy et Craponne doivent à la fabrication de la dentelle une large part de leur prospérité. L'histoire de cette fabrication a été écrite avec beaucoup d'agrément et de précision, dit M. Martin dans sa préface, par M. Corcelles. Nous connaissons moins bien le tissage du ruban à domicile, remarque M. G. Martin. Et il a assumé la tâche de faire une étude sur les rubaniers de l'arrondissement d'Yssingeaux. Dans le conflit d'intérêts âprement débattus, soulevé par la question du tarif et son application, il cherche à persuader aux tisseurs et aux fabricants que leurs intérêts ne sont pas en opposition, mais bien solidaires. J. G.

Voici le titre des chapitres. — 1re Partie : *L'évolution historique et technique*, Ch. I : Les relations entre le sol, le climat, la situation géographique et la persistance de l'industrie à domicile dans la région du Velay. — Ch. II : Histoire de l'industrie campagnarde du ruban dans le Forez et le Velay. — Ch. III : Les formes modernes de l'industrie à domicile.

2e Partie : *Les problèmes sociaux*, Ch. I : La condition des artisans. — Ch. II : Étude sur le contrat du travail dans l'industrie à domicile. — Ch. III : L'attitude des fabricants. — Ch. IV : Les organisations ouvrières et la lutte pour le tarif.

Le sous-marin. Six conférences faites, en 1913, aux élèves de l'École Polytechnique, par MM. MAURICE, MARBEC, POINCET, MERCIER, de l'École d'application du Génie maritime. In-8 de 133 p., avec fig. Paris, Paul Dupont, 1914. (Prix : 3 f.)

Les conférences qui font l'objet de ce volume ont eu pour but de faire toucher aux élèves

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'École polytechnique, à l'aide d'exemples particulièrement intéressants, les relations qui existent entre la science pure et ses applications.

On n'y trouvera ni un traité complet du sous-marin, ni une documentation ou des précisions de détail que le caractère souvent confidentiel du sujet ne comportait pas. En revanche, on y verra, tracée avec une haute compétence dans une série d'exposés captivants et lumineux, la genèse scientifique de la question du sous-marin, question qui a pu aboutir graduellement, et pour ainsi dire sans sacrifice de vies, à son point actuel, grâce aux conquêtes successives du génie humain, le plus souvent confondu avec le génie français. Les développements présentés sur la solidité, la stabilité, la propulsion, la vitesse, la plongée, etc., seront lus avec agrément et profit par toutes les personnes qu'intéressent, en outre des exemples mêmes, les modalités de liaisons entre la recherche spéculative et la réalisation pratique, et, pour tout dire, par les fervents de la culture générale et de la philosophie scientifique.

Les méthodes de la chimie organique. Traité concernant les travaux de laboratoire, par M. Th. Weyl. Traduit par M. R. Cornubert. Tome I : Généralités. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. (Prix : 20 f.)

Nous ne pouvons mieux présenter cet ouvrage à nos collègues qu'en reproduisant d'abord la préface, de M. A. Haller, membre du Conseil.

Préface de M. A. Haller, membre de l'Institut — « L'ouvrage très étendu que M. Th. Weyl a consacré aux méthodes qui sont usitées dans les laboratoires, pour l'étude analytique et la synthèse des composés organiques, est une œuvre collective d'hommes pénétrés de leur sujet et le connaissant à fond, d'expérimentateurs rompus à toutes les difficultés que présente l'édification de molécules organiques, leur caractérisation et leur analyse.

Des ouvrages destinés au même but ne manquent cependant pas, ni en France ni à l'étranger, mais aucun d'eux ne possède ce caractère de généralité et cette richesse de documentation qu'on trouve dans les trois gros volumes publiés par M. Th. Weyl et ses collaborateurs.

Après avoir décrit, dans le premier tome, avec toute la minutie désirable, l'ensemble des appareils indispensables pour mener à bien les préparations les plus difficiles et les plus délicates ainsi que les méthodes et les instruments de mesure nécessaires pour déterminer toutes les constantes destinées à former l'état civil des corps préparés, les auteurs font, dans les autres volumes, l'histoire aussi complète que possible des méthodes d'oxydation, de réduction, de polymérisation et de dépolymérisation, de condensation, de dédoublement, etc., mises en pratique dans l'usine et dans les laboratoires.

Chacun des procédés envisagés reçoit une ou plusieurs applications toujours judicieusement choisies, et le chapitre se termine par un tableau résumant, par ordre alphabétique, les méthodes énumérées et les principaux cas où il convient de les employer.

Inutile d'ajouter que des indications bibliographiques nombreuses permettent au lecteur d'avoir recours au mémoire original, s'il désire des renseignements plus détaillés.

Les auteurs abordent ensuite l'étude de chaque fonction, et toujours dans le même esprit, et à propos de chacune d'elles, ils citent ou décrivent les méthodes variées qui conduisent à la production des corps munis de cette fonction. Ici encore un tableau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récapitulatif des procédés cités, avec exemples à l'appui, figure à la fin des chapitres consacrés à chaque fonction. Ce compendium de procédés ne manquera pas de rendre les plus grands services à tous ceux qui ont le souci de s'initier sérieusement et méthodiquement aux multiples modalités de l'expérimentation ainsi qu'à la caractérisation des molécules organiques.

Sans doute, on pourrait éviter des redites trop fréquentes et concevoir une harmonie, une coordination plus complète dans l'agencement de l'ouvrage, mais la documentation en est tellement riche, et les exemples si bien choisis, que ces légers défauts, uniquement dus à la diversité des esprits qui ont collaboré à l'œuvre, n'en atteindront ni la commodité, ni la grande utilité. »

Voici comment l'auteur exprime son plan :

L'histoire de la chimie organique, dit-il, se divise en deux périodes principales : la période analytique et la période synthétique. La première, également la première en date, fut complètement occupée par des recherches ayant pour but de déterminer la composition qualitative et quantitative des composés organiques. Un travail d'environ trente années fut nécessaire pour atteindre le but désiré et les noms de Lavoisier, de Gay-Lussac, de Thénard, de Berzélius, de Dumas et enfin de Liebig représentent autant d'étapes dans cette épineuse recherche.

Simultanément se développait une deuxième catégorie de recherches qui devaient conduire à des résultats ouvrant des horizons nouveaux. Ainsi Döbereiner, en 1822, transforme l'alcool en acide par oxydation au moyen du noir de platine. Après le travail de Faraday (1821) concernant l'action du chlore sur l'huile des Hollandais, ce furent principalement Liebig et Woehler qui par leurs travaux sur l'huile d'amandes amères firent pressentir la loi de substitution qui, grâce à Dumas, Laurent et Gerhardt, devaient illuminer la voie de la recherche,

Ces recherches font passer graduellement à la période synthétique. Le premier et illustre représentant de cette période fut Marcelin Berthelot, dont l'ouvrage : Chimie organique fondée sur la synthèse, publié en 1860 après dix années d'études préparatoires, représente la première étape du chemin illimité de cette nouvelle époque.

Alors le cri de guerre « synthèse », à peine prononcé depuis la découverte de Woehler, fut repris dans tous les laboratoires de chimie organique et ce qui fut fourni dans ce nouveau domaine par Hofmann, Kolbe, Kekulé, Baeyer, Graebe, Liebermann, Victor Meyer, Ladenburg, Fischer, Frankland, Perkin, Würtz, Friedel et leurs élèves, nécessite à peine ici un examen plus approfondi.

Les nouveaux problèmes de la recherche nécessitaient de nouvelles méthodes.

Aussi voyons-nous, dès le commencement de la période synthétique, le nombre jusqu'alors restreint des méthodes chimiques augmenter peu à peu jusqu'à former un immense catalogue.

Un tableau en donne un aperçu. Il a été établi uniquement en étudiant les travaux originaux et en utilisant les ouvrages suivants :

Gmelin, *Handbuch der Chemie.* 4e éd. Tome IV (1848), tome V (1852).

Gerhardt, *Traité de chimie organique*, Tome I (1833), IIe et IIIe tomes (1854), IVe tome (1856).

Kolbe, *Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie*, 1re éd., Ier tome (1854), IIe tome (1860).

Limpricht, *Lehrbuch d. org. Chemie* (1862).

Naquet, *Principes de chimie*, traduit par Sell sous le titre : *Grundzüge der modernen Chemie*, IIe tome (1870).

Berthelot, *Chimie organique fondée sur la synthèse*, 2 tomes (1860) ; Leçons sur les méthodes générales de synthèse en chimie organique (1864).

Beilstein, *Handbuch der organischen Chemie*, 1re éd., 2 tomes (1883) ; 2e éd., 3 tomes (1886 à 1890) ; 3e éd., 4 tomes et 5 tomes complémentaires (1893 à 1906).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lellmann, *Prinzipien der organischen Synthese* (1887).

Elbs, *Die synthetischen Darstellungsmethoden der Kohlenstoffverbindungen*, Ier tome (1889), IIe tome (1891).

Posner, *Lehrbuch der synthetischen Methoden der organischen Chemie* (1903).

Schmidt, *Synthetisch-organische Chemie der Neuzeit* (1908).

On peut mesurer tant bien que mal l'immensité du nombre des méthodes synthétiques qui s'offrent au chimiste organicien.

Comment doit-il les apprendre pour bien les posséder?

Les ouvrages remarquables de Lassar-Cohn, Gattermann, et Hans Meyer répondent partiellement à cette question. Mais si, malgré cela, un grand nombre de chimistes s'est réuni pour publier un nouvel ouvrage sur les méthodes de la chimie organique, c'est qu'ils se sont convaincus qu'un chercheur isolé pouvait à peine envisager le nombre gigantesque de ces méthodes parce qu'il ne pouvait lui-même réunir des expériences personnelles que sur quelques questions ou même seulement sur peu d'entre elles.

Voici les titres des principaux chapitres de ce très important ouvrage :

Analyse organique élémentaire, par M. H. Simonis. Analyse élémentaire simplifiée, par M. M. Dennstedt. Méthode de détermination des poids moléculaires, par M. H. Simonis. Calorimétrie des combinaisons organiques, par M. W. Glikin. Solvants, par MM. Peter Bergell et Fritz Quade. Dessiccation des liquides et des solutions organiques, par M. W. C de Leuuw. Cristallisation, par MM. Peter Bergell et Fritz Quade. Épuisement, décoloration, clarification, agitation, par M. J. Herzog. Dialyse, filtration, bains, concentration dans le vide, traitement des précipités organiques, par M. Th. Weyl. Récipients permettant d'opérer sous pression, autoclaves, tubes scellés, préparation et purification de quelques gaz, par M. W. Lenz. Sublimation, détermination du point de fusion, par M. S. Lindenbaum. Polarisation, par M. R. Krauss. Point d'ébullition, distillation, par M. Chr. Hansen. Poids spécifique, indice de réfraction, recherche et détermination de la fluorescence de composés organiques, action de la lumière sur les substances organiques, par M. A. Byk. Méthodes électrochimiques, mesure de la conductibilité électrique, par M. K. Arndt. Tables de Rimbach.

Le fonctionnement économique du chauffage central, par M. G. de Grahl. Traduit de l'allemand par M. A. Schubert. In-8 de xxi-236 p. avec 96 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 9 f.)

Pendant les huit années que M. de Grahl a rempli les fonctions d'expert près les tribunaux de Berlin, il a eu souvent l'impression, dit-il dans son avertissement, que malgré l'existence de l'excellent aide-mémoire de Rietschel, nos connaissances présentent des lacunes lorsqu'il s'agit d'expertiser des installations de chauffage ayant donné lieu à des procès. Les conventions établies entre le fournisseur et le client avant la construction des installations sont basées sur la production, de sorte que l'expertise au moyen des connaissances théoriques est inopérante et qu'il faut en arriver à des essais pratiques. Comme le remarque M. G. Debesson dans l'une des annotations si utiles dont s'accompagne l'édition française, la difficulté est grande pour tout le monde de pouvoir essayer un chauffage pour l'allure de marche maximum. « Il semble, dit-il dans une longue préface très documentée, que le chauffage et la ventilation soient considérés chez nous plutôt comme un commerce que comme une science. Dans tous les cas, des installations, coûteuses d'entretien, onéreuses de réparations, toujours défectueuses de fonctionnement, constituent une lourde charge, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grèvent, sans profit pour personne, le budget d'un immeuble. Le technicien saura faire son profit des précieux renseignements du livre de M. de Grahl, l'entrepreneur y puisera une crainte salutaire des coefficients majorés, l'architecte et le propriétaire comprendront pourquoi tant de leurs installations sont défectueuses, et pourquoi les frais de combustibles de leurs chauffages sont souvent ruineux.

M. de Grahl a pu faire cette remarque curieuse que la température de neuf heures du soir correspond sensiblement à la moyenne des températures de la journée, et il conseille de mettre le régulateur en régime pour la température de neuf heures du soir.

En résumé, M. Debesson pense que le fort intéressant travail de M. de Grahl recevra chez nous l'accueil qu'il mérite ; entièrement basé sur les expériences faites au cours d'expertises judiciaires ou amiables, il confirme nombre de théories, qui seront d'autant plus chères qu'elles ont été plus combattues.

L'appréciation de M. G. Debesson, expert près les tribunaux de la Seine, est à retenir. Toutes les personnes qui s'occupent d'installations de chauffage central, à titre d'ingénieur, d'architecte, d'entrepreneur ou même de propriétaire ou de locataire, ont un réel intérêt à lire, à étudier cet ouvrage et les annotations que M. G. Debesson lui a ajoutées ; et nous devons remercier M. A. Schubert, Ingénieur des Arts et Manufactures, de nous en avoir donné une excellente traduction.

J. G.

Les laboratoires sidérurgiques, par M. A. LEDEBUR. Manuel pratique à l'usage des chimistes métallurgistes. 9e édition revue par M. W. HEIKE et traduite de l'allemand par MM. MICHEL DIAMANT et MAURICE COSTE. In-8 de 224 p. avec 26 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

La mort du célèbre professeur de l'Académie royale des mines de Freyberg n'a pas arrêté le succès de son manuel, si apprécié des métallurgistes et presque le seul approprié aux laboratoires de sidérurgie. Dans cette neuvième édition, établie par M. W. Heike, professeur à l'Académie, quelques procédés de dosage ont été ajoutés et d'autres revus. M. Heike cite comme nouveaux procédés de dosage celui du carbone par combustion dans l'oxygène au four électrique ; celui de l'azote dans le fer ; celui de l'étain dans le fer-blanc ; le dosage direct du graphite dans le fer ; le dosage volumétrique du soufre dans le fer. Il appelle particulièrement l'attention sur l'établissement du titre du caméléon pour le dosage du fer ; sur le dosage de l'arsenic dans les minerais ; sur le dosage du manganèse dans le fer par le procédé de Smith ; sur le dosage du chrome et du tungstène dans le fer.

Le manuel de Ledebur comprend quatre parties :

1er partie : *Analyse des minerais*. Préparation des échantillons. Analyse qualitative. Analyse quantitative.

2e partie : *Analyse d'une castine*.

3e partie : *Analyse d'une fonte et d'un fer forgeable*.

4e partie : *Analyse d'une scorie*.

Le succès si grand que ce manuel a eu en Allemagne provient de l'autorité de son auteur et de la science avec laquelle il a su mettre au point les diverses méthodes d'analyse, tout en les présentant sous une forme très concise, qualité rare dans les ouvrages de langue allemande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les industries agricoles et alimentaires, par MM. L. François et R. Vallier. In-8 de 256 p. avec 128 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. (Prix : 4, 50 f.)

Préface. — *Labourage et Pâturage sont les deux mamelles de la France.*

Malgré les transformations de l'évolution manufacturière des temps modernes, cette vieille et sage pensée est toujours aussi vraie qu'au bon temps du roi Henri. Toutefois, la production agricole pastorale n'acquiert sa pleine valeur qu'avec le secours de l'industrie. C'est à l'usine que les produits de nos champs et de nos prairies sont transformés, améliorés, rendus parfaitement propres à leur destination. Ainsi, les industries agricoles alimentaires sont au premier rang des manifestations de l'activité humaine.

Dans ces conditions, un ouvrage en résumant succinctement l'économie sera très apprécié. Et parce que nombreux sont les futurs techniciens de ces industries. Et parce que toute personne cultivée est trop directement intéressée à la production alimentaire pour en pouvoir ignorer les procédés.

Praticiens tous deux des industries qu'ils décrivent, les auteurs fabriquèrent du sucre, de l'alcool. C'est dire qu'ils s'efforcèrent de faire un ouvrage pratique, moderne, exempt de descriptions d'appareils désuets, d'exposés de méthodes théoriques non appliquées en réalité.

Ce plan est développé dans les quatre parties suivantes :

Les industries des matières, amylacées : Meunerie, Féculerie, Boulangerie, Pâtisserie, Pâtes alimentaires ;

Les industries du sucre : Sucrerie, Raffinerie, Glucoserie, Aliments complexes ;

L'alcool et les boissons fermentées : Brasserie, Vinification, Cidrerie ;

Les aliments d'origine animale : Viandes, Conserves, Matières grasses, Industries du lait.

Chacune de ces parties est accompagnée d'une petite bibliographie choisie et critique, qui est intéressante.

Guide élémentaire du monteur électricien, par M. von Gaisberg. Traduit sur la 45e édition allemande, par M. E. Boistel. In-8 de 356 p., avec 206 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

Pour qu'un ouvrage technique élémentaire parvienne à sa 45e édition ou tirage en moins de trente ans (de 1885 à 1912), il faut qu'il ait une valeur certaine. Limité au début aux installations d'éclairage, il s'est occupé rapidement du montage des appareils d'éclairage ; il a fini par traiter plus spécialement du montage sans s'affranchir pourtant des à-côté, moteur, etc. Son traducteur, M. E. Boistel, le donne dans la simplicité naïve du langage d'atelier de son auteur. « Tel qu'il est et sans plus de prétention littéraire que scientifique, il a du bon », dit-il. Nous dirons de lui qu'il est très bon, ce que nous pensons rarement sans restriction, et qu'il doit figurer, comme guide élémentaire, dans la bibliothèque de tous ceux qui s'occupent des questions d'électricité. J. G.

Après avoir rappelé quelques notions générales, le guide traite successivement de l'installation des machines : génératrices, électromoteurs, transformateurs ; du couplage, du réglage, du montage, de l'entretien et de la vérification de ces machines ; des appareils accessoires de mesure, interrupteurs, disjoncteurs, résistances, parafoudres, etc. ; des lampes à arc, en tubes, à incandescence ; des canalisations, des conducteurs, des installations, de leur vérification, des mesures de précaution ; enfin de la préparation et de l'achèvement du montage,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La télégraphie sans fil et la loi, par M. A. PERRET-MAISONNEUVE. Télégraphie officielle et privée. In-8 de 487 p. avec fig. Paris, H. Desforges, 1914. (Prix : 7 f.)

Les nombreux livres publiés jusqu'à ce jour sur la Télégraphie sans fil sont tous des ouvrages techniques ou de vulgarisation, mais aucune étude sur l'organisation générale et la législation radiotélégraphiques n'avait été tentée. Le statut actuel de la T. S. F. est encore embryonnaire : il était utile de coordonner les textes existants, de codifier la Télégraphie sans fil, de comparer ce qu'elle est chez nous avec ce qu'elle est à l'étranger, de rechercher s'il n'y a pas mieux à faire ; il était intéressant surtout d'étudier la question du captage des ondes hertziennes par les particuliers, de préciser l'étendue de leurs droits et de faire connaître leurs devoirs. C'est l'œuvre de M. Perret-Maisonneuve, magistrat distingué, qui joint à sa qualité d'auteur et de jurisconsulte éminent celle d'être un véritable technicien en matière de T. S. F.

Ce nouvel ouvrage, le premier du genre, renferme non seulement tous les textes législatifs relatifs à la Télégraphie sans fil, mais encore une partie technique et pratique très complète : tous ceux qui ont un poste ou désirent en installer un y trouveront décrits les dispositifs les plus simples. Véritable encyclopédie radiotélégraphique, le député, le légiste, le magistrat, y puiseront tous les éléments nécessaires à l'étude des lois; aux professionnels, horlogers, professeurs, amateurs, ce volume donnera des indications pratiques et techniques, ainsi qu'une documentation usuelle très complète.

L'apprentissage dans les métiers d'art. Une enquête, par M. GUILLAUME JANNEAU, inspecteur des monuments historiques. In-8 de 156 p. Paris, Dunod et E. Pinat, 1914. (Prix : 3 f.)

Au moment où nos industries d'art françaises étudient et cherchent les moyens de conjurer la crise économique, sociale et artistique dont elles souffrent, il était opportun d'ouvrir une large enquête auprès des diverses personnalités autorisées pour apporter soit au législateur, soit au monde industriel et artistique ainsi qu'au public, une opinion utile et des renseignements précis.

C'est cette enquête que M. Guillaume Janneau, inspecteur des monuments historiques et écrivain d'art, a publiée dans les colonnes du *Temps*, et qu'il a étendue et complétée par des réponses nouvelles pour offrir au public, dans ce livre, des éléments d'appréciations impartialement et fidèlement exposés.

C'est, à la fois, aux amateurs d'art, aux sociologues, aux économistes que s'adresse ce livre, aussi bien qu'à tous les hommes soucieux de la prospérité industrielle et du renom artistique de la France.

La protection des réseaux et des installations électriques contre les surtensions, par M. G. CAPART. In-8 de XI-195 p. avec 187 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. (Prix : 9 f.)

Toute une nouvelle technique de la transmission d'énergie est actuellement, sans aucun doute, en voie de constitution. L'emploi de hautes tensions *relativement basses* permettait, jusqu'à ces dernières années, le maintien de coefficients de sécurité encore assez larges pour parer aux insuffisances de la théorie sinusoïdale, en ce qui concerne les régimes de surintensité et de surtension, d'une part, et les dangers introduits par la superposition à ces régimes d'effets parasites et transitoires, de l'autre.

Aujourd'hui, les installations à 100 000 volts ont passé du domaine du rêve dans celui de la réalité. Les phénomènes de natures si diverses dont les lignes sont le siège doivent faire l'objet d'une rigoureuse analyse, indispensable préface à une solide protection.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De l'ouvrage de M. Capart ont été bannies — et nous l'en félicitons sincèrement, dit M. Barbillion dans sa préface, en raison des apparences d'explications souvent décevantes qu'elles fournissent en pareille matière, — toutes considérations mathématiques non immédiatement indispensables. Ce livre constituera une contribution de premier ordre à cette si vivante question de la transmission de l'énergie.

Recueil des cahiers des charges unifiés adoptés par les grandes compagnies des chemins de fer français pour la fourniture des matières destinées à la construction du matériel roulant, suivi de l'indication des principales spécifications allemandes, anglaises, américaines et belges et de quelques autres cahiers des charges, spécifications et unifications, par M. Pierre Blanc, chef du secrétariat du matériel et de la traction des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. 3e édition, 1914. 187 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 2 fr.)

Économie politique et statistique, par M. Ch. Lordier. (Bibliothèque du Conducteur des Travaux publics) de 604 p., avec 25 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. (Prix : 10 fr.)

L'auteur, obligé de passer en revue dans un volume de six cents pages un vaste ensemble de connaissances auquel des auteurs célèbres ont consacré des ouvrages magistraux qui ont fait époque, ne pouvait prétendre écrire un traité complet en ce cadre restreint. Aussi s'est-il borné à exposer, avec le plus de clarté possible, les principales questions comprises dans le plan imposé, en s'étendant un peu plus longuement sur celles qui, par leur essence ou leur actualité, ont paru offrir un intérêt de premier ordre.

Les notions économiques qui sont surtout utiles appartiennent à deux catégories : les unes ont trait aux phénomènes qui influent sur l'achat et sur la vente; les autres concernent la connaissance profonde de la psychologie de l'ouvrier, de la manière de l'employer, de le payer, de vivre avec lui en bonne intelligence. Toutes s'acquièrent par la pratique du bureau ou de l'atelier et par l'étude des questions sociales. On peut être un technicien remarquable et ne savoir ni diriger une équipe d'ouvriers ni conclure à propos un achat de matières premières ou une entente entre producteurs; bien des directeurs ont conduit à la faillite les entreprises qui leur étaient confiées, pour avoir négligé l'application des préceptes souvent si simples qu'ils auraient facilement appris dans le plus modeste des aide-mémoire d'économie politique.

Les services que rendent les interprétations des données de la Statistique ont été exposés, à la fin de ce volume, avec autant de clarté et de détail que le permettait le petit nombre de pages dont on disposait. M. Lordier espère avoir réussi à convaincre le lecteur que la Statistique ne mérite pas le dédain que trop de personnes professent à son égard : elle constitue le guide le plus sûr de l'industriel et du commerçant, un guide toujours prêt à répondre et qui ne ment jamais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN FÉVRIER 1914

GRAHL (G. DE). — **Le fonctionnement économique du chauffage central.** Dimensions exactes, établissement et marche économique des installations. Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT. In-8 (25 × 16) de XXI-236 p., 96 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15221**

GÜLDNER (HUGO). — **Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraftmaschinen und Kraftgas-Anlagen.** 3 Auflage. In-4 (28 × 20) de XX-790 p., 1282 fig.. XXXV pl. Berlin, Julius Springer, 1914. **15222**

MAURICE, MARBEC, POINCET, MERCIER. — **Le sous-marin.** Six conférences faites en 1913 aux Élèves de l'École polytechnique. In-8 (25 × 16) de 133 p., fig., I pl. Paris, Imprimerie Paul Dupont, 1914. **15223**

CAPART (G.). — **La protection des réseaux et des installations électriques contre les surtensions.** In-8 (25 × 16) de VI-195 p., 187 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15224**

Exposition universelle internationale de 1900 à Paris. — **Musée rétrospectif de la classe 92 : Papeterie et papetiers de l'ancien temps.** M. J. GRAND-CARTERET, rapporteur. In-8 (27 × 19) de XII-342 p., 160 fig. **15225**

BLANC (PIERRE). — **Recueil des cahiers des charges unifiés adoptés par les grandes compagnies de chemins de fer français.** 3e éd. In-12 (15 × 10) de 320 p., fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15226**

HARDEN (ARTHUR). — **La fermentation alcoolique.** In-8 (25 × 16) de IV-103 p. Paris, A. Hermann et fils, 1913. **15227**

OFFICE CENTRAL DE L'ACÉTYLÈNE. — **Carbure de calcium. Éclairage à l'acétylène. Soudure autogène des métaux. Réglementation, assurances et transports.** In-8 (24 × 15) de 62 p. Paris, 104, Boulevard de Clichy. **15228**

GUYOT (YVES). — **L'industrie et les industriels** (Encyclopédie scientifique), de XVIII-336 p. Paris, Octave Doin et Fils, 1914. **15229**

The Celebration of the 250th Anniversary of the Royal Society of London, July 15-19, 1912. In-8 (26 × 19) de 128 p. London, 1913. **15230**

***

COLOMER (FÉLIX). — **La houille en Nouvelle-Calédonie.** (L'Océanie française, 31 p.) **Pièce 12087**

SENTUPÉRY (LÉON). — **Nos impôts et les principes républicains**, In-12 de 63 p. Paris, 1914. **Pièce 12088**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — **Annual Report of Bureau of Labor Statistics, 1912.** **Pér. 128**

STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE. — **Résultats statistiques du recensement général de la population effectué le 5 mars 1911.** Tome I, 1re partie. Population légale ou de résidence habituelle. Paris, Imprimerie nationale, 1913. **Pér. 97**

Kalender für die Eisenemailindustrie, III Jahrg., 1914. **Annuaires.**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings**. Vol. CXCIII. **Pér. 189**

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE. — **Annales.** 2e série, Tome XII, fasc. 2. **Pér. 20**

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR. — SERVICE VICINAL. — **Programme de l'année 1910**. Compte rendu des opérations. Paris, Imprimerie nationale, 1913. **Pér. 175**

L'Agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

113e ANNÉE. — 1er SEMESTRE. AVRIL 1914.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par M. Ch. Féry, au nom du Comité des Arts économiques, sur le *Thermomètre à réglage automatique* de M. J. Ruelle.

L'idée de faire servir un thermomètre à tige courte, pour la mesure précise de la température dans un grand intervalle, est déjà ancienne. Walferdin, vers 1840, avait réalisé un thermomètre qu'il avait dénommé *métastatique* dont la tige effilée, recourbée en crochet, permet de laisser écouler dans un réservoir R (fig. 1), une quantité variable de mercure, et de limiter l'échelle de l'instrument entre deux points choisis. Cette échelle ne comprenait que 3 ou 4 degrés, ce qui permettait de mesurer 0°, 001. Il aurait fallu une tige ayant plus de 1 mètre pour donner le même résultat sans cet artifice.

Mais il faut bien remarquer que la longueur du degré dépend de la quantité de mercure qui prend part à la dilatation; c'est un inconvénient qui a été reproché à ce premier thermomètre.

Scheurer-Kestner a montré plus récemment (*C. R.* 1895), qu'une correction simple peut faire disparaître cette objection.

Pernet et surtout Beckmann en Allemagne ont construit des variantes de ce principe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'appareil de Beckmann (1), très employé en calorimétrie (fig. 2), un petit renflement de la tige permet de faire passer du mercure de *a* en *b* ou inversement.

Cette manœuvre est cependant assez délicate et ne peut se faire avec la précision atteinte par le dispositif de J. Ruelle.

Thermomètre J. Ruelle. — Le but de cet appareil, comme celui des thermomètres de Walferdin, Pernet et Beckmann, est de faire des mesures

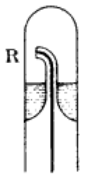


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

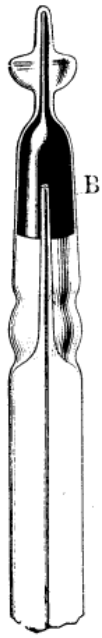


Fig. 4.

précises, dans une étendue très grande, et cela avec un appareil maniable.

D'après l'auteur, on peut faire des mesures entre — 30° et + 300° C. et cela à 0°,01 près, l'échelle ayant 7° environ, ce qui est très suffisant dans les expériences de calorimétrie et de cryoscopie.

L'avantage du dispositif Ruelle sur celui de Beckmann est de conduire à un *réglage simple et très précis* de la température minima qu'on désire donner à l'échelle.

(1) *Zeitschrift für phys. Chemie*, 1888-1894, 1896, 1902-1903-1905.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour cela, le mercure du réservoir de réglage B (fig. 3) étant amené à la partie inférieure de ce réservoir, on chauffe doucement le thermomètre jusqu'à ce qu'une goutte de mercure perle à l'extrémité de la tige capillaire ; on retourne alors le thermomètre et le mercure vient noyer la pointe de la tige.

Si on remet alors l'appareil dans sa *position normale* (fig. 4) la capillarité maintient le mercure dans le haut du réservoir B ; le thermomètre est prêt à être réglé.

Supposons par exemple que les lectures à faire soient comprises entre $+ 11°$ et $+ 18°$; on opérera de la manière suivante :

A la température la plus basse (11°), on ajoutera une certaine constante K, donnée avec chaque instrument, soit $K = 25$. (Cette constante est due au mercure qui doit remplir toute la tige jusqu'à l'extrémité de la pointe.)

On aura ainsi $11 + 25 = 36$; cela veut dire qu'à 36°, la colonne mercurielle est exactement arrivée à l'extrémité de la pointe.

L'appareil est mis dans une masse d'eau en même temps qu'un thermomètre auxiliaire divisé dans toute l'étendue des températures qu'on veut explorer. On porte la masse d'eau exactement à 36° en ayant soin de brasser le liquide. Un léger coup donné sur le réservoir B fait retomber le mercure dans sa position normale quand le thermomètre auxiliaire marque 36° exactement. Retiré du liquide, le thermomètre est réglé : son point 0 correspond à 11° et le point 7 à 18°.

Une table des valeurs réelles du degré à la température de réglage (valeur influencée comme nous l'avons dit, par la quantité de mercure prenant part à la dilatation) rend l'usage de l'instrument très précis. Cette erreur, si elle n'était ainsi corrigée, serait de l'ordre de 5 p. 100 entre $-30°$ et $+ 300°$.

La commodité d'emploi de cette nouvelle forme de thermomètre réglable le fera apprécier par tous ceux qui s'occupent de recherches de précision, un seul instrument, de prix peu élevé, remplaçant toute une série de thermomètres.

Remarquons enfin que c'est toujours la même tige capillaire qui est en jeu, quelle que soit la région explorée, ce qui présente l'avantage de fournir des résultats bien comparables entre eux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Comité des Arts économiques vous demande de vouloir bien remercier M. Ruelle de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le Bulletin de notre Société.

Signé : Ch. Féry, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance publique le 27 mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Rapport de M. Auguste Moreau, présenté au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur le *Système de bandes et plaques élastiques antivibrantes* de M. Jolivet.

M. Jolivet, industriel, 4, place de la Chapelle, à Paris, a déposé sur le Bureau de la Société une demande d'examen d'un procédé dont il est l'inventeur, pour supprimer l'inconvénient si grave des trépidations des machines et toutes les conséquences fâcheuses qui en résultent.

On sait à quel point ce problème est préoccupant, spécialement lorsqu'une industrie est installée au milieu d'une agglomération urbaine ; indépendamment, en effet, des fatigues supplémentaires qui en résultent pour les organes des machines, la transmission par le sol, des chocs et vibrations aux immeubles voisins, est une cause permanente de soucis, de discussions et de procès. Il est donc de la plus haute importance de posséder un moyen de supprimer tout cela et c'est ce moyen que pense avoir trouvé M. Jolivet

A la vérité, de nombreuses solutions ont été proposées depuis longtemps jusqu'à ce jour, et toutes, sauf le caoutchouc, dont le prix est assez élevé et qui durcit avec le temps, ont donné des résultats insuffisants. Tels sont le liège naturel ou aggloméré et le feutre de bourre, qui se tassent et durcissent assez rapidement, le crin tissé ou feutré qui, en outre du tassement, perd toutes ses propriétés en se réduisant bientôt en poudre, le sable dont le pouvoir isolant est à peu près nul, etc.

Le nouveau système se compose essentiellement, comme dans certains types de sommiers, d'un grand nombre de ressorts métalliques, le plus souvent à boudin, noyés dans une matière inerte, feutre, crin, bourre ou liège, mélangée de substance grasse (fig. 1 et 2). Cette matière inerte de remplissage ne sert qu'à maintenir les ressorts à distance constante les uns des autres et à les empêcher d'obliquer ou de se fausser, comme cela arrive

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fréquemment dans les sommiers ordinaires. Elle retient, en outre, dans sa masse, l'huile de graissage et empêche la propagation des vibrations par le métal des ressorts.

Quant à ces derniers, généralement en acier, ce sont eux qui amortissent les chocs et vibrations des outils, en les absorbant, et empêchent leur transmission aux corps voisins. Leur nombre et leur force sont, naturellement, calculés proportionnellement aux besoins; la matière grasse contenue dans la substance qui les environne assure, en outre, leur bon fonctionnement et prévient leur oxydation.

Enfin la matière inerte de remplissage est renfermée entre deux plaques, de 4 mm d'épaisseur, de liège aggloméré recouvert d'une forte toile; ces plaques reçoivent l'empreinte des extrémités des ressorts et complètent l'absorption des vibrations spéciales à ces derniers.

On obtient ainsi une plaque parfaitement élastique dont le travail varie avec celui des machines qu'elles doivent supporter; elles peuvent fonctionner normalement sous une charge de 200 g/cm² à 2 kg/cm². On obtient la permanence du résultat en ne faisant travailler les ressorts qu'à la moitié de leur puissance totale, ce qui permet de conserver leur élasticité, sans perte sensible pendant fort longtemps.

Les plaques les plus courantes ont 0,04 m à 0,05 m d'épaisseur, tout compris, et renferment des ressorts en acier de 0,02 m de diamètre, espacés de 0,04 m d'axe en axe (fig. 1 et 2). Elles coûtent 150 f le mètre carré pour les installations de plus de 0,060 m², et 200 f pour les petites machines exigeant des plaques de surface inférieure à ce chiffre.

Ces plaques ne seraient pas assez fortes pour supporter efficacement de lourdes machines occupant un espace restreint : on fait alors usage de boîtes élastiques basées sur le même principe.

Les ressorts sont disposés dans une boîte en tôle et séparés par des cloisons en liège, caoutchouc, carton d'amiante ou toute autre matière appropriée; le remplissage est fait comme précédemment avec de la bourre imbibée d'huile ; le tout est complété par un couvercle en tôle fermant la boîte à la partie supérieure et s'appuyant sur les ressorts qui portent ainsi directement le poids considéré. Ces boîtes peuvent travailler de 2 à 5 kg/cm². Elles se vendent proportionnellement au poids à supporter : ainsi pour une machine de 20 à 50 t, le prix est de 30 f par tonne ; pour un poids de 50 t et au-dessus, ce prix descend à 25 f la tonne. Ces prix

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'entendent pour les machines et massifs compris ; le poids de ces massifs est estimé à 2 500 kg le mètre cube.

La maison livre également au public des pièces de détail, savoir:

Calage de 200 × 200, la pièce 20 f; 300 × 200 ou 250 × 250, la pièce 30 f; rondelles élastiques de 80 mm pour attaches, la pièce 2 f; les mêmes

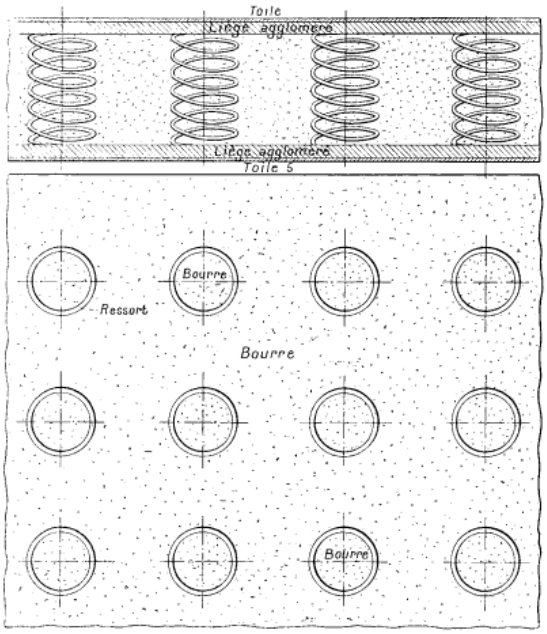


Fig. 1 et 2.

de 100 mm, la pièce 2,50 f; pieds élastiques pour machine à coudre, la pièce 2, 50 f; pieds élastiques pour machine à écrire, la pièce, 1, 25 f.

L'auteur cite de nombreuses références, en particulier pour marteaux-pilons à vapeur ou au moteur dont un de 1 500 kg, des machines diverses dont un cas très intéressant de moteur à gaz pauvre de 20 ch posé sur le plancher d'un étage, des machines à imprimer, des pétrins mécaniques, etc.

Pour montrer comment se fait l'installation d'une machine d'une certaine importance, nous donnons ci-dessous la description sommaire du massif isolant adopté à la nouvelle École des Arts et Métiers de Paris pour un marteau-pilon à vapeur à double effet de 200 kg (fig. 3 et 4).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le marteau-pilon est, comme de coutume, posé sur une chabotte composée d'un sommier en chêne et d'un massif en maçonnerie, ici en béton

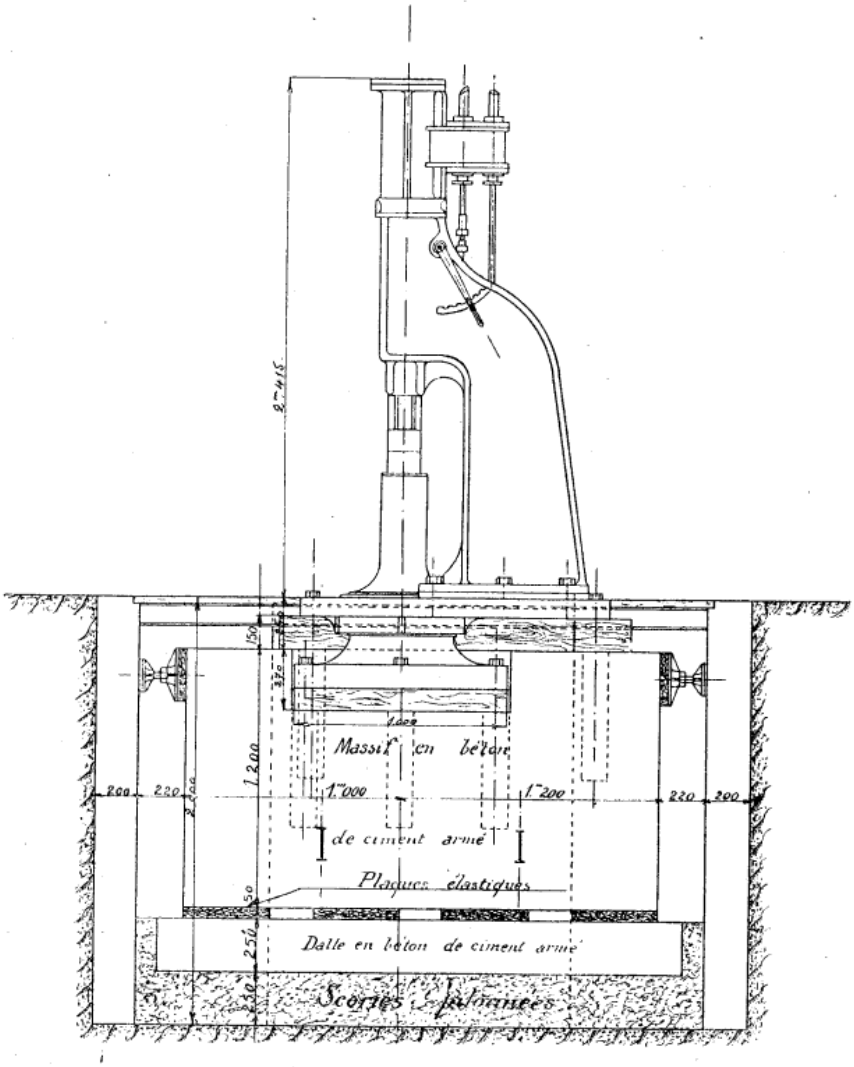


Fig. 3.

armé. Au fond de la fouille, de 2 m de profondeur, on a déposé préalablement un lit de scories pilonnées de 0, 50m d'épaisseur dans lequel est noyée une dalle de 0, 25m en béton armé; ce sont les seuls matériaux qui soient directement en contact avec les parois de la fouille munies de murs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 0, 20 m d'épaisseur en béton de gravillon et ciment. Au-dessus, le massif en maçonnerie servant d'assise à l'appareil est séparé de la dalle précédente et des murs de la fouille, par des plaques antivibrantes analogues à celles que nous avons vues plus haut et de 0, 05 m d'épaisseur. Les plaques inférieures horizontales sont simplement interposées entre la chabotte et

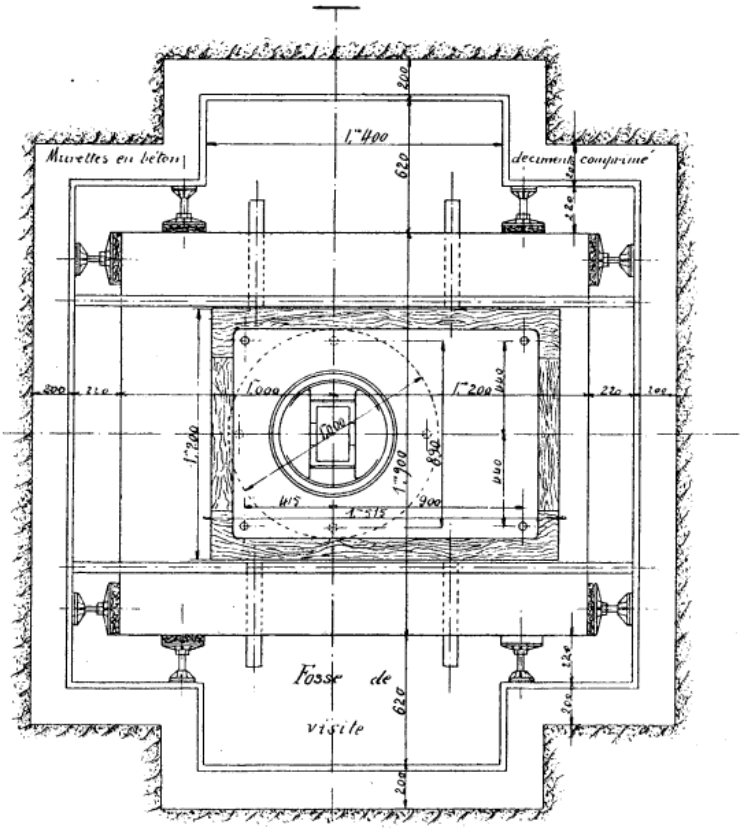


Fig. 4.

la dalle ; les autres, disposées verticalement, sont maintenues en place au moyen de vérins qui prennent leur point d'appui sur les murs de la fouille ; on laisse ainsi le long des parois verticales de cette dernière un vide de 0,22 m ; en outre, pour la visite, l'inspection et le changement éventuel des plaques élastiques usées, on dispose, sur deux côtés de la fouille, des fosses de 0,62 m de largeur ; des fers I de 0,50 m de long, noyés dans le massif et dépassant au dehors d'environ 0, 15 m servent de points

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'amarrage pour les chaînes d'un palan ; on peut, de la sorte, au moyen d'une chèvre, soulever tout l'ensemble et procéder aisément, au fond, au travail nécessaire. Ensuite, on redescend de la même manière le massif que l'on fait reposer sur les nouvelles plaques élastiques.

En résumé, il résulte des nombreuses applications faites par M. Jolivet et des références qu'il produit, que le système paraît avoir fait ses preuves d'une façon très satisfaisante.

Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts a donc l'honneur de vous proposer de remercier M. Jolivet de sa très intéressante communication et d'insérer le présent rapport au Bulletin avec les figures qui s'y rattachent.

Signé : A. MOREAU, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance publique le 27 mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Rapport présenté par M. J. Bourdel, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur *Le canon Mathiot.*

M. Mathiot a inventé un canon destiné à lancer, soit un obus porte-amarre, soit des grenades ou poudres extinctrices, soit encore des bombes ou des fusées, ou quelque objet que ce soit. L'intérêt de l'appareil est d'être tout d'abord un lance-tout, et en second lieu d'être parfaitement maniable et portatif.

Le canon Mathiot n'a pas, en effet, la prétention d'être une arme de grande puissance, ni de grande précision. C'est un instrument peu encombrant, ne nécessitant aucun entretien et qu'on n'a pas besoin de disposer sur un affût ; on l'atteint lorsque l'occasion se présente d'en faire usage et on le néglige ensuite. S'il est destiné à lancer l'obus porte-amarre, on le dépose dans le fond du canot ou dans un coin du poste de sauvetage. De même, s'il doit servir contre l'incendie, il est à la portée de tous, dans les locaux à protéger, etc. En tout cas, il doit pouvoir être saisi et chargé rapidement par l'homme qui, pour tirer, le prendra en mains. Nous n'insistons sur ces conditions d'emploi que pour bien préciser ce que devait être l'appareil.

Lorsqu'on veut projeter un objet : mettre celui-ci dans un tube au-dessus d'une charge de poudre est d'une conception immédiate. C'est proprement recourir au canon. Mais cette arme, en la circonstance, eût été impraticable et dangereuse. Le mérite de M. Mathiot fut de savoir l'assouplir et, en la modifiant, la rendre propre aux usages qu'il avait en vue. Quel que soit, parmi les objets que nous avons énumérés, celui qu'on veuille lancer, les conditions de l'opération sont les mêmes. Il faut :

1° Qu'il n'existe, soit au cours du chargement, soit au départ du coup, aucun danger d'éclatement de l'arme, aussi complète que puisse être l'inexpérience de celui qui fait usage de cette arme.

2° Que l'expulsion du projectile soit assez progressive, d'abord pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permettre l'absorption aisée du recul par le tireur, qui a l'arme en mains; ensuite, pour éviter la détérioration au départ de l'objet à envoyer : par exemple, la rupture du fil de l'obus porte-amarre, ou l'écrasement de la grenade.

Ces conditions se trouvent remplies, grâce au détail de construction suivant : La culasse c (fig. 1) est une pièce d'acier percée d'un trou central contenant un tube d'extraction e, du calibre d'une cartouche de chasse f du commerce. Cette cartouche, placée à la façon de l'étoupille d'une pièce de siège, envoie à travers la lumière centrale de la culasse, la masse de gaz destinée à chasser le projectile. Mais, et c'est là le point capital de l'invention, la tranche de culasse, au lieu d'être plate et bien dressée, est fortement concave, de sorte que, entre elle et le projectile ou plutôt la bourre k, se trouve ménagée une chambre de détente d où les gaz dégagés par l'inflammation de la charge prennent une certaine expansion avant d'agir sur le culot de l'obus. Il n'y a donc pas de haute pression initiale. De la sorte, l'explosion n'est pas brisante, le recul n'est pas brutal et l'expulsion du projectile est progressive. C'est ce qui permet tous les usages de cette arme. En particulier, tout danger d'éclatement est conjuré, car le tube-canon ne supporte, on le conçoit, qu'un faible effort, et d'autre part, la culasse est assez robuste pour résister, si le projectile venait à être coincé, à la déflagration qui se produirait, comme en vase clos, dans la chambre de détente. Au reste, pareille éventualité n'est pas à redouter, car la nature de l'instrument, qui doit pouvoir lancer des objets très divers, écarte toute possibilité de calibrage exact. En effet, on place seulement, pour éviter la fuite totale des gaz, trois bourres k suiffées sous le projectile quel qu'il soit, et au contact de la tranche creuse d de culasse. Ceci posé, la constitution de l'arme s'entend fort simplement :

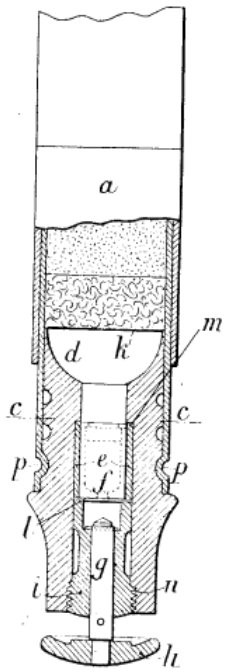


Fig. 1.

Le tube d'extraction e, portant la cartouche f, est buté contre l'épaulement m de la lumière centrale, et maintenu serré dans son logement par l'une des extrémités l d'un bouchon i qu'un filetage n permet de fixer par son autre extrémité dans le trou de la culasse. On obtient le serrage en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faisant tourner la tête h d'un percuteur dont la tige carrée g traverse librement le bouchon et entraîne la rotation de ce dernier. Quant au canon a, serti sur la culasse dans une gorge circulaire p, sa faible épaisseur fait la légèreté de l'arme, mais le rend susceptible de recevoir quelques bosselures. Celles-ci n'ont d'ailleurs aucun inconvénient, étant donné le jeu des projectiles dans le tube.

On voit combien cet instrument est peu délicat et exempt de toute minutie. Aussi est-il très robuste et propre à de nombreux usages, que nous avons signalés au début de cette étude et dans le détail desquels nous ne pouvons entrer.

Nous décrirons simplement deux expériences, auxquelles nous avons assisté.

1° L'appareil étant garni d'un système de courroies destiné à permettre au tireur d'absorber aisément le recul, on a refoulé dans le tube trois bourres suiffées et un obus en bois portant un fil de 2 mm de diamètre. On a introduit dans le tube d'extraction une cartouche de calibre 12, contenant 8 à 10 g de poudre noire et on a vissé le bouchon. Un coup de paume sur la tête du percuteur a provoqué le départ du coup, et le projectile est allé à 150 m environ, entraînant le fil, dont la bobine se déroulait aux pieds du tireur.

C'est l'expérience du porte-amarre. Les résultats en ont été un peu faussés, au point de vue de la portée, par ce fait que la ficelle, traînant par terre, a été à plusieurs reprises retenue par des plantes — d'où absorption de force. L'inventeur se dispose, pour parer à un tel inconvénient, à souder au canon de l'arme un tube qui contiendra, prête à se dérouler, la longueur de fil nécessaire. Un tel dispositif introduira beaucoup plus d'ordre et de rapidité dans les opérations, car le canon porte-amarre pourra alors être transporté prêt à l'usage. Nous estimons que, normalement, cette arme peut envoyer l'obus traînant le fil à 180 et même 200 m. C'est à pareille distance qu'elle projette, en leur faisant traverser des portes en bois ou de faibles cloisons, les ingénieuses bombes asphyxiantes de M. Mathiot, adoptées par la Préfecture de police.

2° Une seconde expérience, exécutée en notre présence, a consisté à lancer, à 8 m de distance, sur un bûcher arrosé d'essence et en pleine combustion, une masse de poudre extinctrice qui a d'un seul coup supprimé toute flamme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour d'autres usages, réclamant une précision de tir plus grande, l'inventeur a ajouté à l'arme une détente à ressort, évitant le dépointage au départ du coup, et un viseur à niveau d'eau et à prismes.

En résumé, le canon Mathiot, grâce à l'artifice de la cartouche de chasse explosant dans le tube d'extraction à l'entrée de la chambre de détente, est une arme portative et d'un usage aisé, permettant, sans risque d'aucune sorte, à un homme qui la tient en main, de projeter un objet quelconque, avec une vitesse à la bouche très suffisante pour des besoins courants. Et ce point de départ fort intéressant étant acquis, on voit que M. Mathiot a créé un instrument encore fruste, mais général et susceptible chaque jour de nouvelles applications et de nouveaux perfectionnements.

Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts vous propose donc de remercier M. Mathiot de son intéressante communication et de vouloir bien insérer dans le Bulletin le présent rapport avec la figure qui l'accompagne.

Signé : M. J. BOURDEL, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance publique le 27 mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE CHIMIQUE

LE QUARTZ FONDU PUR ET TRANSPARENT

ses applications à la chimie, à l'éclairage, à la stérilisation par les procédés Billon-Daguerre (1).

La silice, ou acide silicique (Si^2O^4) est une des substances les plus répandues dans la nature, soit à l'état libre, soit à l'état de combinaisons avec la potasse ; la chaux, l'alumine, la soude, etc.

A l'état cristallisé, la silice n'est autre que le *cristal de roche* ou quartz dont une des propriétés caractéristiques est, pour peu qu'il soit pur et transparent, de laisser passer les rayons chimiques du spectre solaire ou électrique, autrement dit les rayons de courte longueur d'onde, ou ultra-violets dont on a tant parlé depuis quelques mois.

Dès 1906, je me suis occupé à utiliser les radiations ultra-violettes pour la stérilisation de l'eau et des liquides. Jusqu'en 1910 j'ai acheté assez facilement des tubes en quartz pur chez Heraeus, affineur de platine et métaux précieux à Hanau sur le Mein (Allemagne) ; mais à cette époque un trust anglo-allemand accapara à son profit toute la production de la maison Heraeus, pour le quartz pur et transparent, et celle de la Compagnie anglaise *The Silicate Syndicate Ltd.* Le bénéficiaire, une maison anglo-allemande établie en France, me fit dire que je ne devais plus compter sur du tube en quartz pour fabriquer mes lampes.

Comme j'étais déjà titulaire d'une vingtaine de brevets pour les applications du quartz, pour la stérilisation ou autres objets, je me suis de suite mis à rechercher le moyen de fondre la silice pure et transparente, sans l'addition d'aucun mélange ni fondant, afin de lui conserver ses qualités.

Mon premier soin fut de rechercher les brevets pris sur la fusion de cette matière ; c'est ici que j'ai rencontré bien des désillusions et vu bien souvent des utopies. Ce fut d'abord cinq à six brevets allemands et deux anglais pour la fonte des sables quartzeux ; mais pour la fusion du cristal de roche *pur et*

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 18 novembre 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transparent je n'ai rien trouvé, par la bonne raison que personne, autre que Heraeus, n'ayant réussi, il n'y avait pas eu lieu à des demandes de patentes.

Voici comment j'opère :

J'emploie un four électrique de ma combinaison, utilisant les courants triphasés qui sont distribués à 6 000 volts.

A l'aide d'un transformateur de 150 kilowatts j'abaisse le courant à 60 volts environ : puis j'envoie le dit courant dans les quatre charbons du four, c'est-à-dire un câble à chacun des trois charbons correspondant aux trois phases, et le neutre au charbon central sur lequel repose le creuset également en charbon spécial (mélange de carbone et de carborundun).

Pendant longtemps, et peut-être aujourd'hui encore, on a dit et colporté qu'en Allemagne on se servait de creusets en iridium ; c'est une erreur, je le tiens d'une source certaine; d'autre part, l'iridium fond seulement vers 2 800° environ, et il peut arriver que la température du four dépasse ce chiffre.

Généralement, avec les fours électriques on emploie de grands rhéostats, pour absorber et régler l'intensité du courant ; mais alors c'est en pure perte que l'on chauffe une série de spires en ferro-nickel, ou autre métal ; c'est de la chaleur perdue, laquelle marque en dépense au compteur ou sur la consommation de combustible.

C'est pourquoi je place entre chacun des trois charbons (réunis aux phases) de la grainette de charbon de cornue; dans ce cas il y a bien trois arcs entre les phases et le neutre portant le creuset; mais aussi, dans le cas ou un arc devient trop long ou trop court, la grainette sert alors de régulateur-compensateur en agissant comme incandescence en dérivation sur les trois arcs principaux.

Rappelons que les électrodes en charbon sont disposées en étoile dans un plan horizontal et équidistantes les unes des autres.

C'est donc un four à trois phases équilibrées et les trois ampéremètres ont leurs aiguilles qui montent ou descendent en même temps exactement.

Pour les matériaux servant à la construction du four, j'ai éprouvé certains déboires : d'abord les briques en alumine se volatilisaient rapidement en produisant de gros flocons blancs gênant la respiration des ouvriers; les briques en magnésie de l'usine Muller à Ivry-sur-Seine, bien que parfaitement faites, coulaient rapidement; c'est pourquoi j'ai dû faire fabriquer des matériaux en silice presque pure.

Le creuset est placé sur le charbon vertical neutre placé au centre des trois électrodes principales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le quartz est concassé en morceaux de la grosseur d'une noisette environ, lavé à l'acide, puis à grande eau et enfin à l'eau distillée. Il est alors placé dans un creuset, sans aucune *addition de mélange ni de fondant quelconque.*

Le four doit être chauffé graduellement pour éviter que le quartz détone, car dans ce cas il s'effrite en une poussière qui donne une masse blanche, d'aspect toujours opalin malgré l'augmentation ultérieure de température.

Lorsqu'on est arrivé environ à 1 800° ou 1 850°, le quartz devient mou et les morceaux ont une tendance à faire masse ; c'est alors qu'il faut surveiller de très près l'élévation de la température jusqu'à 2 000° pour éviter d'avoir des bulles d'air, ou de gaz occluses dans la masse en fusion.

A ce moment l'ouvrier saisit une petite masse de quartz avec une pince

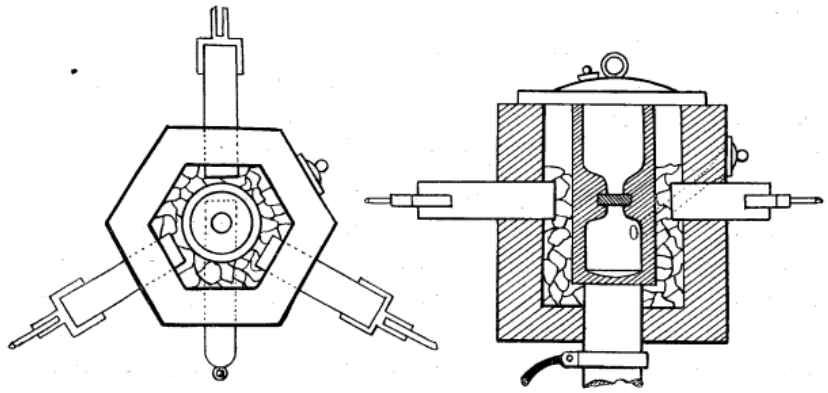


Fig. 1.

garnie de graphite, et il étire une baguette en la faisant passer dans une flamme oxhydrique pour éviter le trop rapide refroidissement du quartz tout en facilitant l'étirage. Ces baguettes servent immédiatement à la confection de tubes de différentes grosseurs ou d'objets divers.

Nous obtenons aussi des plaques de quartz fondu ou de petites lentilles de dimensions supérieures aux cristaux de cristal de roche naturel.

La silice, ou quartz fondu pur et sans aucun mélange, possède le même coefficient de dilatation que le quartz naturel ; il est presque nul et a été mesuré dernièrement par M. Ch.-Ed. Guillaume, à son laboratoire de Breteuil, sur une tige pleine de pendule, fabriquée par notre usine d'Asnières pour M. Bigourdan, de l'Observatoire de Paris. Ce pendule mesurait un mètre dix centimètres sur une section de un centimètre carré et entre zéro et 1 000°, le coefficient enregistré a été le suivant : $0{,}384 \times 10^{-6}$ échelle du thermomètre à mercure, $0{,}386 \times 10^{-6}$ échelle du thermomètre à hydrogène (en moyenne 0,000.000385).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Guillaume ajoute que le résultat concorde avec ceux qui ont été trouvés par M. Chappuis notamment.

Ce chiffre de coefficient de dilatation est donc environ 1/24 de celui du platine.

La densité de la silice fondue est de 2,2 alors que celle du verre est, en moyenne, de 3,3.

C'est pour cela que tous les objets en quartz, pour le laboratoire et l'industrie chimique, peuvent être construits en toutes formes; et être chauffés à blanc, puis plongés brusquement dans l'eau froide, sans crainte de casse ni même de fêlure. Ici je chauffe à blanc, au chalumeau oxhydrique, des tubes, ballons et capsules que je plonge instantanément dans l'eau froide, sans crainte de les voir se casser ni même se craqueler.

Voici également des serpentins, un appareil de Lebel pour distillation fractionnée, des cornues avec tubes de sûreté, tous objets en silice pure fondue, obtenus à ma quartzerie d'Asnières-sur-Seine, remplaçant ainsi le platine dont le prix est aujourd'hui de plus de 7000 francs le kilogramme.

Voici quelques expériences démonstratives. Comparons, si vous le voulez bien, le quartz fondu pur et transparent et celui fondu avec addition de fondants obtenu par les maisons étrangères. Nous avons d'abord The Silicate Syndicate Ltd en Angleterre; cette maison fabrique de très beaux tubes et objets en silice transparente ayant l'éclat et l'aspect du verre ordinaire; mais elle ajoute une petite portion de chaux et de titane. D'ailleurs plusieurs chimistes ont trouvé de la chaux dans ce quartz, ceci n'a pas grande importance pour les lampes destinées à l'éclairage, bien qu'après quelques semaines les tubes illuminants deviennent de couleur jaune ou brune dans les parties qui s'échauffent le plus.

La maison Wolf-Burckhard et Borkers additionne la silice d'environ 5 p. 100 d'acide titanique et de zircone. Le point de fusion se trouve élevé et les pertes par volatilisation sont trop considérables. Ce quartz fondu ne laisse pas passer toutes les radiations, surtout celles, si utiles, de petite longueur d'onde.

Il existe encore le four électrique anglais système Bottomley et F. Pajet; c'est un four à résistance par barreaux méplats en graphite, disposés entre deux blocs recevant le courant. En sorte que les barreaux en graphite aggloméré forment couvercle à claire-voie au-dessus de la cuve creuset contenant le mélange de sable siliceux et de fondant, laquelle est montée sur un chariot.

Citons enfin la Green Insulating Co de Cleveland (Ohio, U. S. A.) qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabrique une silice filamenteuse, d'aspect verdâtre, employée comme isolant électrique dans l'Amérique du Nord.

Voici, en projection (fig. 1), les principales coupes du four Billon-Daguerre. Ces projections sont éclairées par la nouvelle lampe immergée (fig. 2) du même auteur, et en voici les caractéristiques :

Cette lampe est composée esentiellement d'un tube méplat ou rond en U renversé dont les branches recourbées sont terminées par des tubes recevant les

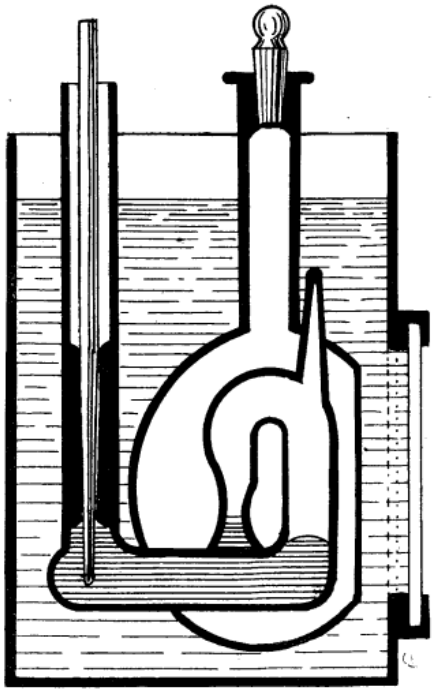


Fig. 2.

électrodes. Le tube en U, qui constitue la lampe proprement dite, est placé à l'intérieur d'un flacon de forme spéciale pourvu d'un long col vertical fermé par un bouchon rodé.

Le tout est en quartz fondu pur et transparent.

Un réflecteur peut être placé derrière la lampe de façon à envoyer la totalité des rayons émis.

1° Elle fonctionne immergée complètement dans l'eau et s'éteint d'elle-même si on la laisse à l'air libre.

2° Le point lumineux est absolument fixe, ce qui dispense de tout réglage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° L'absence de charbons que, dans les lampes ordinaires, il faut changer, centrer et régler, constitue un avantage précieux.

4° La lumière projetée est *parfaitement froide*, on peut, sans aucun inconvénient, laisser un film en celluloïd arrêté au foyer lumineux d'un système optique, d'un appareil à projections cinématographiques sans craindre qu'il s'enflamme.

5° On fait une économie de courant de plus de 50 p. 100 sur les lampes à charbons. L'inventeur espère pouvoir encore augmenter l'intensité lumineuse de celle lampe, actuellement de trois mille bougies. Cette lampe fonctionne sur le courant continu ; actuellement elle consomme 1500 watts (20 ampères à 75 volts).

Les principales applications scientifiques et industrielles sont : l'ultra-microscope, la photomicroscopie, la photographie sous-marine et sous-fluviale, l'éclairage des travaux sous l'eau, les scaphandres, les bouées lumineuses, etc.

Cette lampe est aussi une source intense de rayons ultra-violets et peut être employée avantageusement pour la stérilisation de l'eau, avec un débit qui semble pouvoir atteindre trente mètres cubes par heure.

Comme beaucoup d'autres, j'ai eu à lutter contre la concurrence étrangère, surtout contre certaines firmes qui traversaient la frontière pour vendre comme d'origine française des produits d'outre-Rhin.

Aujourd'hui j'ai pris ma revanche, je me suis affranchi d'un monopole entravant l'industrie et le commerce de notre pays, c'est qu'en effet notre *Société française du Quartz* n'emploie que des ouvriers français qui fondent du quartz de notre colonie de Madagascar : c'est encore la France.

A. Billon-Daguerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE

UNE NOUVELLE INDUSTRIE

L'utilisation rationnelle des vinasses de distillerie (1)

Historique. — L'examen approfondi des réactions chimiques fixatrices de l'azote, qui a fait l'objet de mon enseignement au cours de ces dernières années, m'a conduit à envisager un certain nombre de questions connexes, comme la récupération de l'azote combiné dans un grand nombre de produits résiduaires, et en particulier dans le cas des vinasses, c'est-à-dire des résidus de distillerie.

Le grand intérêt que présente ce problème pour la distillerie m'a engagé à l'exposer devant la Société d'Encouragement.

La distillerie emploie surtout, comme matières premières, les grains, les betteraves ou les mélasses des sucreries. Après la séparation de l'alcool des jus fermentés, il reste un liquide, la vinasse, dont la composition est variable d'ailleurs avec la nature de la matière traitée et, pour une même matière première, avec les conditions du travail à l'usine. En fait, la vinasse contient toujours, à dose variable, de la potasse, des hydrates de carbone où paraissent dominer les pentoses, et des matières azotées constituées par des acides amidés, la bétaïne et un peu d'albuminoïde.

La teneur en azote combiné peut varier de 80 à 300 g par hectolitre.

Un semblable liquide, très concentré en matières organiques par rapport aux eaux résiduaires des villes, par exemple, est extrêmement fermentescible, il ne peut être déversé directement dans les rivières sans être la cause d'une pollution intense.

Aussi a-t-on cherché depuis longtemps à soumettre la vinasse à des traitements variés dans le double but de la transformer en un produit inoffensif et de récupérer en même temps les principes fertilisants qu'elle contient, matières azotées et potasse.

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 13 février 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Extraction de la potasse. — Les vinasses de mélasses, qui sont les plus concentrées et par conséquent les plus riches en matière azotée et potasse, sont traitées depuis longtemps pour l'extraction de cette dernière. Dans ce but, la vinasse est concentrée dans un four Porion, constitué essentiellement par un long carneau, en avant duquel se trouve un foyer alimenté par du charbon ; les flammes et les gaz chauds progressent dans le carneau, tandis que la vinasse circulant en sens contraire se concentre peu à peu pour pouvoir brûler elle-même, en même temps que le charbon, dans le foyer du four. L'évaporation de l'eau est d'ailleurs facilitée par des axes tournants, munis d'ailettes, qui brisent le liquide et le projettent dans le courant gazeux. On utilise ainsi, comme on le voit, le pouvoir calorifique des matières organiques que contient le liquide résiduaire, mais on perd tout l'azote combiné. Il reste, après combustion, un salin constitué essentiellement par du carbonate de potasse produit de la décomposition des sels organiques de potasse. Cette potasse est particulièrement recherchée par les cristalleries, à cause de la faible quantité de soude qu'elle contient.

En collaboration avec M. Paul Kestner, j'ai étudié autrefois le pouvoir calorifique théorique des vinasses de mélasses (1) et constaté que les vinasses de composition moyenne ($d = 1{,}035$ ou 5° Baumé) ne pouvaient évaporer, en vertu de leur pouvoir calorifique propre, une quantité d'eau supérieure à 56 p. 100 de l'eau totale, la partie complémentaire exigeant un combustible auxiliaire. Comme l'évaporation de l'eau est plus économique dans un appareil à effet multiple que dans le four Porion, nous avons conclu de nos études l'intérêt qu'il y avait à opérer la préparation de la potasse en deux phases : dans une première opération, nous proposions de réduire, dans un appareil à triple effet, le volume du liquide à 50 p. 100, puis, dans une deuxième opération, d'achever la concentration et la combustion dans un four Porion, sans addition de charbon. Ce procédé proposé par nous en 1896 est appliqué maintenant dans un grand nombre de distilleries.

Matières azotées. — Pour récupérer l'azote combiné contenu dans les vinasses, on a cherché ou bien à retirer l'azote sous forme ammoniacale, ou bien à concentrer les matières azotées dans un engrais solide.

Le procédé Vincent, qui a fonctionné pendant un certain temps à la distillerie de Courrières, se rattachait aux procédés à obtention de sels ammoniacaux. La vinasse était concentrée, puis soumise à une distillation sèche en présence de la chaux ; les bases ammoniaque et amines, recueillies dans un acide, formaient les sels correspondants. Le chlorhydrate de triméthylamine décom-

(1) *Bull. Soc. indust. du Nord*, 24e année, p. 10, 1896.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

posé vers 300° fournissait du chlorure de méthyle, de l'ammoniaque et régénérait de la triméthylamine. On aboutissait ainsi à une préparation simultanée de sels ammoniacaux et de chlorure de méthyle.

L'isolement des bases azotées par la décomposition pyrogénée de la vinasse concentrée a le grave inconvénient de ramener à l'état d'azote élémentaire une bonne partie de l'azote combiné : on ne recueille ainsi que 50 à 60 p. 100 de l'azote total contenu dans la vinasse.

Sternberg en Amérique, Rosenfeld en Allemagne ont proposé différents perfectionnements au procédé Vincent, sans arriver cependant à le réintroduire dans la pratique.

Winck et Vasseux ont cherché, sans y réussir, à préparer des engrais à la fois azotés et potassés. Le premier, en concentrant la vinasse, obtient une substance contenant 3 à 5 p. 100 d'azote, pour 12 à 14 p. 100 de potasse ; le rapport de la potasse à l'azote en fait un engrais anormal. Vasseux traite la vinasse par l'acide sulfurique, sépare une partie de la potasse sous forme de sulfate, et obtient cette fois un engrais dans lequel l'azote et la potasse sont dans un rapport convenable pour l'agriculture, mais ce produit hygroscopique est d'une vente difficile. En somme, jusqu'ici l'azote des vinasses n'est récupéré en partie que dans le procédé dit de Dessau, sous forme de cyanure. On sait que les amines, comme la triméthylamine, par exemple, se décomposent au rouge en donnant de l'acide cyanhydrique :

$$(CH^3)^3\,Az = CAz\,H + 2CH^4.$$

Les bases dégagées de la vinasse par pyrogénation, comme dans le procédé Vincent, sont conduites dans un tube porté au rouge, où elles se décomposent en formant de l'acide cyanhydrique facile à absorber par une solution alcaline.

Si l'on tient compte de ce fait que l'azote, sous la forme cyanure, vaut environ 5 f le kilogramme, tandis que l'azote ammoniacal ne dépasse pas 1,50 f, on se rend compte que le procédé peut être rémunérateur même avec une perte de 50 p. 100 d'azote combiné.

Le procédé de Dessau fonctionne maintenant régulièrement en Allemagne; il fournit du cyanure de sodium concurremment avec les procédés anciens et celui plus récent de Castner-Rössler (1).

Quoi qu'il en soit, le problème de l'utilisation des vinasses n'a pas reçu jusqu'ici une solution satisfaisante ; nous en avons d'ailleurs la preuve dans ce fait que cette question n'a jamais cessé, depuis longtemps, d'être un objet d'études.

(1) C. Matignon, *La préparation industrielle synthétique du cyanure de sodium. Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ainsi que dans un des derniers bulletins de la Société d'Encouragement (1), MM. Müntz et Laîné ont apporté une contribution importante au problème de l'utilisation des vinasses et exposé un mode d'épuration des vinasses de distilleries de betteraves, fondé sur des réactions exclusivement biologiques. Ils préparent un engrais contenant environ 50 p. 100 de l'azote total et 30 p. 100 de l'acide phosphorique, et abandonnent ensuite une masse épurée qui peut être rejetée sans inconvénients dans les cours d'eau ou, mieux encore, employée à l'irrigation, pour utiliser la valeur fertilisante qu'elle conserve encore.

Tout récemment Stolzenberger (2), de Breslau, a apporté un perfectionnement important à l'obtention d'engrais. Après avoir constaté que l'hygroscopicité des engrais retirés des vinasses avait été le principal obstacle à leur utilisation, il a cherché à faire passer la bétaïne, cause principale de cette hygroscopicité, dans un sel, le phosphate, qui ne présente plus cet inconvénient. Une société, la *Melasseschlempe*, vient de se fonder à Berlin pour fabriquer et organiser la vente du nouvel engrais.

Procédé Effront.

Principe. — M. Effront, directeur de l'Institut des Fermentations de Bruxelles, un spécialiste dans la domestication des ferments, s'est proposé de trouver une diastase capable de dédoubler les acides amidés contenus dans les vinasses en mettant leur azote en liberté sous forme d'ammoniaque. Cette diastase, que l'on peut dès maintenant nommer amidase, ne doit pas exister parmi les diastases qui interviennent dans la digestion, car la dégradation des albuminoïdes dans l'estomac, comme l'a montré Abderhalden, ne va pas au delà des acides amidés. Au contraire, l'amidase doit exister dans le sol. En effet, les acides amidés jouent le rôle d'engrais, par suite ils doivent préalablement passer par la forme ammoniacale et la forme azotique, donc la flore bactérienne du sol, parmi les nombreuses transformations chimiques qu'elle est susceptible de produire, doit décomposer les acides amidés avec mise en liberté d'ammoniaque. M. Effront s'est d'abord adressé à la levure de bière, dont la cellule est une agglomération de substances actives à fonctions très variées, parmi lesquelles pouvait se trouver une amidase, n'agissant pas dans les conditions ordinaires de la fermentation, mais susceptible de s'éveiller en plaçant la levure dans des conditions de milieu convenables. L'expérience devait rapidement démontrer l'exactitude de cette hypothèse.

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1913, p. 535.
(2) *Chem. Zeit.*, 1914, p. 81.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Prenons, par exemple, 50 cm³ d'une solution d'asparagine à 4 p. 100, ajoutons 6cm³ de soude normale, 10 g de levure fraîche et complétons avec de l'eau, de manière à amener le volume à un litre. Abandonnons le tout dans une étuve à 40° ainsi que le même mélange sans levure ou sans asparagine, et suivons la mise en liberté d'ammoniaque dans les trois solutions. Voici les résultats obtenus :

	Azote (AzH^3).	
Sans asparagine	4 mg	après 72 heures.
Sans levure	16 mg	—
Solution complète	362 mg	—

Après 72 heures, tout l'azote de l'asparagine et 90 p. 100 de l'azote de la levure son séparés à l'état d'ammoniaque. La solution après 60 heures, est d'ailleurs très riche en amidase, car il lui suffit alors de 6 heures pour décomposer 1 g d'asparagine. A côté de l'ammoniaque apparaissent des acides gras : acides acétique, propionique et butyrique.

Tous les acides amidés, leucine, acide glutamique, se comportent de même.

En ensemençant une solution alcaline de glutamine avec de la terre de jardin, M. Effront a pu constater également la décomposition ammoniacale et remarquer que l'un des ferments les plus actifs, dans ces conditions spéciales, était le ferment butyrique.

Ainsi donc, la levure, de même que le ferment butyrique, amenés par des artifices spéciaux, dans un état particulier, peuvent sécréter une amidase, capable de résoudre le problème posé au début.

Par des tâtonnements méthodiques, M. Effront a reconnu que pour renforcer la fonction ammoniacale, il convient au début d'aérer le liquide de la cuve de fermentation, d'opérer en milieu assez fortement alcalin et d'employer des agglutinants, tels que le sulfate d'alumine. L'agglutinant, en paralysant le développement du ferment, amène un changement dans les fonctions des cellules. Une application du même ordre avait été déjà réalisée par M. Effront en utilisant la colophane dans la cuve de distillerie.

En opérant avec le ferment butyrique acclimaté à sa nouvelle fonction, on constate que le glycocolle, l'asparagine, l'acide glutamique, etc., abandonnent tout leur azote sous forme ammoniacale, tandis que la bétaïne fournit de la triméthylamine. Quant aux résidus des molécules, ils apparaissent sous la forme d'acides gras.

La vinasse, où dominent la leucine, l'asparagine, l'acide glutamique, la bétaïne, donne les produits fournis par chacun de ses constituants. Il faut remarquer d'ailleurs que les hydrates de carbone interviennent également dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la réaction fermentescible en augmentant finalement la quantité des acides gras, car on trouve toujours plus d'acides gras que la quantité correspondante aux acides amidés.

La fermentation est toujours accompagnée d'un dégagement abondant d'hydrogène, mêlé de gaz carbonique et même de méthane. L'hydrogène provient de la décomposition de l'eau, l'oxygène complémentaire se portant sur certains produits d'autophagie de la levure.

Avec le glycocolle, les dédoublements correspondent à l'équation suivante :

$$\underset{\text{Glycocolle}}{CH^2\,AzH^2.CO^2H} + H^2 = \underset{\text{Acétate d'ammonium.}}{CH^3\,CO^2\,Az\,H^4}.$$

Avec l'acide aspartique qui possède deux fonctions acides on a :

$$CO^2H.CH^2.CH.AzH^2\,CO^2H + H^2 = CH^3\,CH^2\,CO^2\,AzH^4 + CO^2.$$

Réalisation du procédé. — A l'usine de Nesles (Somme), où le procédé Effront fonctionne depuis trois ans, les vinasses sortant de la colonne à distiller sont amenées dans des cuves de 900 hl de capacité et refroidies jusqu'à 40-45°. On commence par neutraliser le jus acide avec de la chaux ou du salin de vinasse, on ajoute de la potasse de manière à obtenir une alcalinité correspondant à 15 ou 20 cm³ de potasse normale par litre de vinasse, puis on fait l'addition des sels nutritifs et de l'agent agglutinant, soit par hectolitre 50 à 200 g de sulfate d'alumine et 10 à 50 g de phosphate, chlorures de manganèse et de magnésium. La cuve est prête à fonctionner; on l'ensemence avec une culture butyrique acclimatée par le passage successif dans des vinasses de plus en plus concentrées ; l'addition est de 5 à 7 p. 100 du volume total. On provoque aussi la fermentation en laissant dans la cuve une portion du liquide provenant de l'opération précédente. Toutefois, on a soin d'entretenir, dans le voisinage des cuves d'opération, des cuves plus petites pleines de levain, dans le cas où le besoin s'en fait sentir, par suite d'un ralentissement de la marche d'une des cuves.

J'ai déjà dit qu'il fallait aérer au début de l'opération. On envoie donc un courant d'air pendant les six ou dix premières heures, puis la fermentation devient active, le gaz carbonique et surtout l'hydrogène viennent bouillonner à la surface, en même temps que la densité du jus diminue. La réaction est terminée quand la concentration en ammoniaque reste stationnaire; sa durée est en moyenne de trois jours.

La levure et les albumines coagulées se déposent au fond de la cuve; on peut recueillir ce dépôt après décantation du liquide ; convenablement desséché, il forme un engrais concentré, contenant, suivant la vinasse, de 10 à 25 p. 100 de l'azote total et dosant 60 à 80 p. 100 d'azote.

Composition de la vinasse fermentée. — Le liquide soutiré contient de l'am-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moniaque, de la triméthylamine, des acides gras, acides acétique, propionique et butyrique, de la glycérine, des acides bibasiques, tartrique, succinique, citrique, malique, ainsi que les sels de potasse provenant à la fois de la vinasse initiale et des additions ultérieures.

Les vinasses de betteraves présentent une particularité bien inattendue; alors qu'elles contiennent, comme les autres, de la bétaïne, elles ne fournissent pas de triméthylamine par fermentation.

A l'usine de Nesles, où l'on traite des vinasses de mélasses, on obtient en moyenne par hectolitre d'alcool :

20 à 25 kg de sulfate d'ammoniaque et triméthylamine.

30 kg d'acides gras organiques ; 4 kg d'acide succinique ; 2, 5 kg d'acide malique, citrique, tartrique; 2 à 4 kg de glycérine; 30 kg de sulfate de potasse;

et, par transformation de la triméthylamine, comme nous le verrons,

4,5 kg de cyanure de sodium.

Les 25 kg de sulfates de bases azotées correspondent à 14 kg de sulfate ammoniacal et 5,5 kg de triméthylamine.

La composition du mélange des acides gras est variable avec la nature de la vinasse, comme l'indique le tableau suivant :

	Grains.	Mélasses.	Tourbe.
Acide acétique.	80 p. 100	60 p. 100	70 p. 100
Homologues.	20 —	40 —	30 —

Je place la tourbe dans ce tableau, car nous verrons que la tourbe peut fermenter comme la vinasse, dans les mêmes conditions, en fournissant les mêmes produits.

Isolement et séparation des bases. — Les bases unies en partie aux acides gras sont isolées par une alcalinisation convenable avec la chaux ou du salin, puis le liquide est soumis à la distillation : les bases gazeuses s'échappent et se rendent dans l'acide sulfurique pour le neutraliser.

M. Effront a résolu d'une façon rigoureuse le problème de la séparation des deux bases, ammoniaque et triméthylamine. Cette séparation repose sur la différente force de la basicité de deux alcalis volatils ; tandis que la solution ammoniacale neutralise la solution chlorhydrique étendue avec un dégagement de chaleur de 12,45 cal, la solution de triméthylamine a une chaleur de neutralisation qui ne dépasse pas 8,3 cal.

$$\underset{\text{diss.}}{Az\,H^3} + \underset{\text{diss.}}{HCl} = \underset{\text{diss.}}{HCl.\,AzH^3} + 12{,}45 \text{ cal.}$$

$$\underset{\text{diss.}}{(CH^3)^3\,Az} + \underset{\text{diss.}}{HCl} = \underset{\text{diss.}}{HCl\,(CH^3)^3\,Az} + 8{,}3 \text{ cal.}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La triméthylamine est donc une base beaucoup plus faible que l'ammoniaque ; aussi, un mélange des deux bases passant dans une colonne remplie avec le mélange des deux sulfates, abandonne tout son ammoniaque qui est remplacé par un égal volume de triméthylamine.

En même temps le sel solide perdant sa triméthylamine se transforme en sulfate d'ammoniaque pur.

Pratiquement, l'opération est encore beaucoup plus simple que ne l'indiquent ces explications. En fait, on obtient une triméthylamine tout à fait pure : elle ne contient pas une molécule d'ammoniaque pour 237 molécules de triméthylamine, tandis qu'on recueille du premier jet un sulfate d'ammoniaque marchand.

La triméthylamine est absorbée par l'eau dans de grands réservoirs et maintenue en réserve en attendant son passage à l'usine à cyanure.

Cyanuration. — Comme dans le procédé de Dessau, M. Effront se sert d'une vieille réaction de Würtz pour utiliser la triméthylamine et la transformer en cyanure. La base passe dans un tube porté à 1 000° et s'y décompose en acide cyanhydrique et méthane.

$$(CH^3)^3\,Az = CAzH + 2CH^4$$

L'acide cyanhydrique est ensuite absorbé par la soude caustique, tandis que le méthane recueilli dans un gazomètre peut être utilisé comme agent calorifique ou producteur d'énergie.

Au début, on employait des tubes de quartz pour la décomposition, mais celui-ci, qui à la longue se dévitrifie et tombe en poussière, est un mauvais produit réfractaire qui ne tient même pas aux environs de 1 000°. On l'a remplacé par d'autres dispositifs qui sont en ce moment à l'essai. Quoi qu'il en soit, l'opération bien conduite donne un rendement en acide cyanhydrique de près de 98 p. 100.

Pour éviter la perte de l'acide cyanhydrique, qui est un acide très faible, on ne neutralise pas exactement la soude : on laisse en excès, environ 1 p. 100 de soude caustique, puis on concentre la solution sous pression très réduite, on achève la dessiccation dans le vide et on coule ensuite en pains, après fusion.

La manipulation d'un corps aussi toxique que le cyanure de sodium exige de la part des ouvriers de multiples précautions. La bouche est protégée par un masque, les yeux par de larges lunettes, les mains et les bras par de longs gants de peau ; avant chaque repas, les ouvriers doivent passer par la salle de bains. Avec tous ces soins, on prévient facilement les accidents.

Récolte des acides. — Du liquide alcalin dont on a chassé les bases volatiles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il convient de retirer maintenant les acides. Dans la solution de ce problème si simple en apparence, M. Effront s'est heurté à des difficultés nombreuses qui sont aujourd'hui en partie vaincues.

Il importe d'abord de mettre en liberté les acides gras par une addition convenable d'acide sulfurique, puis de les séparer de l'ensemble par une distillation. On obtient ainsi le mélange des acides gras volatils tandis que la glycérine, les acides bibasiques, les sels de potassium restent en solution.

La distillation fractionnée la plus perfectionnée est impuissante à séparer les acides de leur mélange avec l'eau, qui dose alors 30 à 40 p. 100 d'acides; il se forme des mélanges qui passent à point fixe comme des composés définis et rendent impossible une distillation progressive. M. Effront a tourné la difficulté fort élégamment. Il déshydrate ce mélange avec du sulfate d'alumine anhydre à une température où le sulfate hydraté est fondu ; ce dernier, plus lourd et non nuisible aux acides, se sépare complètement des acides, et rend par conséquent facile leur séparation définitive. On chauffe dans un autoclave vers 100° le mélange acide additionné d'une quantité convenable de sulfate d'alumine ; au fur et à mesure que l'hydratation se produit, le sulfate hydraté fondu se sépare à la partie inférieure ; quand la réaction est terminée, il suffit d'ouvrir un robinet placé en bas de l'appareil pour laisser écouler le sulfate. Celui-ci sera déshydraté pour servir à une nouvelle opération.

La déshydratation n'est pas complète, le mélange des acides, à la fin de l'opération, contient encore près de 20 p. 100 d'eau, mais cette proportion n'est plus gênante : elle ne s'oppose plus à l'application de la distillation fractionnée.

Le sulfate d'alumine est le seul sel qui ait résolu le problème; les autres sels qui ont beaucoup d'affinité pour l'eau, comme le chlorure de calcium, le phosphate de sodium anhydre, etc., entraînent avec eux de grandes quantités d'acides et l'on n'obtient pas une bonne séparation.

Le mélange des acides gras possède une puissance d'attaque de la plupart des métaux et alliages qui a rendu très difficile le problème de la séparation de ces acides ; les vases en fer, en nickel, en cuivre, en aluminium, en bronze, laiton, etc., sont rapidement attaqués par le mélange acétique et butyrique ; seul l'argent résiste à leur action combinée, mais la société qui exploite le procédé Effront a hésité jusqu'ici à se procurer pour la somme de plusieurs millions un appareil à distiller tout en argent.

De même que pour la circulation des vapeurs nitreuses et des liquides azotiques on a construit aux usines norvégiennes de Nottoden des tours et des vases en granit, de même on effectue à Nesles la distillation des acides dans des appareils constitués par des laves de Volvic, mais il est impossible, avec une telle matière première, d'assurer une étanchéité suffisante, de sorte qu'on perd

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi des quantités non négligeables d'acides dont les vapeurs rendent intenables le séjour des ouvriers dans le voisinage de ces appareils.

Un problème semblable s'est posé dans l'industrie de l'acide azotique synthétique : trouver un alliage permettant d'effectuer la concentration de cet acide. Les ferrosiliciums ont permis de donner une solution du problème; j'espère que les mêmes alliages plus ou moins améliorés par des additions convenables apporteront une aide précieuse à la nouvelle industrie : c'est là du moins l'idée que j'ai suggérée à M. Effront.

Lors de ma visite à Nesles, l'usine fabriquait chaque jour 6000 kg d'acide acétique et 1 000 kg d'acide butyrique. Ce dernier acide, nouveau produit industriel, a tout de suite trouvé des débouchés, particulièrement dans la tannerie, comme succédané de l'acide formique, à tel point que la demande l'emporte aujourd'hui sur la production.

Glycérine et acides bibasiques. — En poursuivant la concentration après le départ des acides, il passe à la distillation de l'éther tributyrique de la glycérine qui a dû sans doute se former pendant la concentration. Il reste enfin la matière solide formée par les acides bibasiques et la potasse sous forme de sulfate.

Les acides malique et succinique dominent dans le mélange bibasique. Jusqu'ici l'extraction régulière de l'éther tributyrique et des acides n'a pas encore été réalisée.

Inconvénients du procédé. — Le procédé Effront présente dans l'application un inconvénient sérieux dont on n'a pas encore triomphé, celui de dégager de mauvaises odeurs et d'incommoder le voisinage de l'usine.

La fermentation amidasique ne produit aucun corps malodorant ; les cuves de fermentation amidasique dégagent une odeur tout à fait comparable à la cuve de distillerie, mais si l'on prélève pendant la marche de l'opération une goutte du liquide, celui-ci ainsi isolé à l'air éprouve une fermentation putride avec formation de corps à odeur infecte et persistante. Un vêtement, souillé par la projection de quelques gouttes de ce liquide, prend après quelques heures une telle odeur qu'il devient inutilisable. On conçoit donc la nécessité d'éviter la projection de ces jus dans l'usine, de les faire circuler dans des tuyaux étanches pour empêcher les pertes de liquide et leur transformation à l'air en produits nauséabonds. Il y a là, à ce point de vue, des perfectionnements réels à apporter à cette industrie naissante d'un si grand intérêt. Des transformations importantes sont effectuées en ce moment dans l'usine de Nesles de manière à réagir contre cet inconvénient.

Parmi les produits élaborés à partir des vinasses se trouvent deux corps à odeur également désagréable, l'acide butyrique et la triméthylamine ; pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éviter d'incommoder le voisinage, là encore il faudra manipuler ces produits dans des appareils étanches et conduire l'air souillé de ces corps, quand la chose ne peut absolument pas être évitée, dans des cheminées munies d'appareils absorbeurs (1). L'usine de Nesles a été installée il y a trois ans, les nombreux problèmes techniques posés par cette industrie naissante ne sont pas encore tous résolus, comme il est facile de le concevoir, mais aucun d'eux ne paraît insoluble et il est à espérer que l'usine d'essai et de mise au point deviendra bientôt une usine définitive. D'ailleurs la société pour l'exploitation des procédés Effront n'a reculé jusqu'ici devant aucun sacrifice pour aboutir.

Obtention de combustibles pour moteurs. — L'Europe produit annuellement plus de 17 millions d'hectolitres d'alcool industriel (2), les États-Unis 3 millions; en se limitant à l'Europe et en ne considérant que l'alcool de mélasses de sucrerie, on obtient environ 2700 000 hl d'alcool qui seraient capables de produire annuellement, par l'application du procédé Effront :

80 000 tonnes d'acides gras.
16 000 tonnes d'acides bibasiques.
8 000 tonnes de glycérine.
12 000 tonnes de cyanure de sodium.

L'extension du procédé aux vinasses de betterave, comme il a été appliqué pendant quelque temps à l'usine de Quesnoy-sur-Deule, augmenterait notablement les valeurs précédentes. On conçoit donc que cette production, du moins pour les trois premières substances, dépasserait largement la consommation; aussi, en prévision de cette éventualité, qui deviendra une réalité le jour où l'usine de Nesles aura mis au point les diverses phases de ses opérations, M. Effront s'est-il préoccupé de transformer les acides gras en d'autres produits, susceptibles de fonctionner dans les moteurs à combustion ou à explosion et de recevoir, de ce fait, une utilisation presque illimitée.

On a signalé dans ces dernières années d'assez nombreux catalyseurs capables de transformer les acides gras en acétones : c'est la voie suivie par M. Effront pour trouver un emploi certain à ses acides organiques.

L'acide acétique peut donner ainsi l'acétone, l'acide propionique, la propione; quant à l'acide butyrique qui fournit une butyrone d'un point d'ébullition un peu élevé, M. Effront a pu en retirer avec un bon rendement une cétone intermédiaire, la méthylpropylcétone, dont le point d'ébullition n'est seulement que de 102°. Toutes les cétones ont des pouvoirs calorifiques supérieurs à celui de l'alcool et des points d'ébullition peu élevés.

(1) J'estime que les laveurs Lelarge pourront rendre de grands services à ce point de vue.
(2) Louis Jacquet, *L'alcool, étude économique générale*, Masson, 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Point d'ébullition.	Pouvoir calorifique.
Alcool	78°	7080 cal.
Acétone	57°	7300 cal.
Méthylpropylcétone	102°	8570 cal.
Pétrole		10 à 11000 cal.

Comme catalyseur pour la décomposition des acides en cétones, M. Effront emploie le coke, seule forme du charbon donnant de bons résultats. Ce coke doit être bien pur; on le débarrasse de ses impuretés par un traitement à l'acide chlorhydrique bouillant. A une température comprise entre 300 et 400°, il catalyse la décomposition des acides quand on envoie leur vapeur mêlée de beaucoup de vapeur d'eau sur ce coke purifié, les acides acétique et propionique donnent les cétones correspondantes tandis que l'acide butyrique fournit, comme nous l'avons vu, la méthylpropylcétone.

$$2\,CH^2\,CO^2H = CH^3COCH^3 + CO^2 + H^2O$$

Cette opération dispense de l'opération compliquée de la concentration et de la séparation des acides, car pour obtenir un très bon rendement, il convient que les acides dilués dans la vapeur d'eau, aient une concentration qui ne dépasse pas 20 p. 100; on opère le mieux avec une dilution correspondant à 3 ou 5 p. 100 d'acides.

Avec les acides acétique et propionique le rendement est presque théorique; avec l'acide butyrique, on obtient 80 p. 100 de la théorie en méthylpropylcétone, à côté d'un peu de butyrone. La décomposition de l'acide butyrique est grandement facilitée par la présence d'un peu d'acide acétique ou d'acétone.

Indépendamment de leur utilisation comme agents calorifiques et énergétiques, ces corps pourront certainement recevoir d'autres applications, soit comme dissolvants, soit comme matières premières pour l'obtention d'autres corps, etc.

Fixation de l'azote de l'air. — En changeant la concentration du milieu, les ferments amidasiques, en présence des acides organiques, se développent en consommant ces acides et en fixant l'azote de l'air, de telle sorte que si l'on devait quelque jour se trouver en présence d'une surproduction, on aurait ainsi le moyen de les utiliser pour faire entrer l'azote élémentaire en combinaison. Le problème de la fixation de l'azote de l'air trouvera peut-être plus tard dans une semblable opération une de ses solutions économiques.

Extension du procédé. — Le procédé Effront, comme je l'ai déjà dit, peut s'étendre aussi à la tourbe : les amidases permettent d'en récupérer à la fois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'azote sous forme ammoniacale et une bonne partie des matières organiques sous forme d'acides gras.

La tendance actuelle, dans les régions où l'on dispose de tourbières importantes, est de consommer la tourbe desséchée dans des gazogènes en même temps qu'on récupère une bonne partie de l'azote sous forme d'ammoniaque. Les gaz ainsi obtenus, consommés dans de puissants moteurs, permettraient ainsi d'installer des centrales de force au milieu des tourbières. Une semblable installation, qui fonctionne depuis quelques années en Italie, paraît fournir de bons résultats.

Le procédé Effront serait-il plus rémunérateur que le procédé Mond? il serait oiseux, dans l'état actuel des choses, de tenter une comparaison.

En résumé, M. Effront a établi avec beaucoup de sagacité les principes d'une méthode rationnelle d'utilisation des vinasses, apporté une contribution des plus importantes à la chimie organique et ajouté un chapitre des plus intéressants à la chimie industrielle. Son procédé, qui est appliqué en grand depuis trois années, a déjà reçu la sanction de l'expérience et certaines de ses parties sont établies d'une façon durable; tout fait espérer qu'on finira par triompher des difficultés qui n'ont pas encore été toutes résolues.

CAMILLE MATIGNON,
Professeur au Collège de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE

LA FABRICATION MODERNE DU CIMENT PORTLAND ARTIFICIEL [1]

Messieurs,

Je vais avoir le plaisir de vous décrire la fabrication moderne du ciment Portland; je tâcherai de le faire aussi clairement que possible et je réclame votre indulgence, car étant de nationalité danoise, je ne m'exprime pas aussi bien et correctement en français que je désirerais le faire.

Comme vous le savez, le ciment Portland artificiel est obtenu par la cuisson d'un mélange de 3,5 parties de calcaire ou carbonate de chaux avec environ 1 partie d'argile.

La matière une fois cuite est réduite en une poudre fine et cette poudre constitue le ciment dont la propriété principale est de durcir à l'eau aussi bien qu'à l'air.

Désirant vous donner d'abord une idée précise de l'objet de la fabrication dont je me propose de vous entretenir, je vais mettre sous vos yeux des spécimens aussi bien des matières premières qui servent à la fabrication, que des produits intermédiaires et du ciment final. Je me suis adressé à un certain nombre d'usines modernes à ciment Portland artificiel, installées par la maison F. L. Smidth et Cie, de Copenhague, en leur demandant de bien vouloir envoyer pour ma conférence cette série d'échantillons. Toutes les usines m'ont accordé cette faveur; j'ai donc le plaisir de pouvoir vous présenter une série de spécimens provenant de 40 usines différentes. Chaque envoi comporte :

Échantillons des matières premières, généralement des calcaires et argiles, telles qu'elles sont extraites des carrières. Ces matières doivent être broyées finement et mélangées dans les proportions voulues pour donner la composition convenant à la fabrication d'un bon ciment; la deuxième série d'échantillons envoyés par les usines est justement ce mélange, tel qu'il est ensuite introduit dans les fours. La troisième série d'échantillons est le ciment cuit tel qu'il sort des fours, en forme de petites crottes, un peu variables en grosseur. Enfin, le

(1) Communication faite en séance publique le 27 février 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatrième échantillon représente le produit fini, le ciment Portland commercial obtenu par le broyage des *klinkers*. C'est le nom professionnel du ciment cuit, en morceaux, tel qu'il sort du four rotatif.

Les usines qui expédient en partie leur ciment en barils ont bien voulu joindre également un spécimen de leurs étiquettes.

En jetant un coup d'œil sur les matières premières, vous vous rendrez compte qu'elles sont très variables d'une usine à l'autre. Dans quelques-unes ce sont des calcaires excessivement durs se brisant très difficilement; dans d'autres ce sont des craies et des marnes très tendres et délayables ; d'autres sont des schistes ; même à l'usine de Madras, des coquillages servent de matières premières.

Les compositions chimiques de ces matières premières varient nécessairement dans des limites très grandes d'une usine à l'autre. C'est une tâche, non des moindres, d'arriver à triturer et mélanger des matières si différentes au point de vue physique et chimique, de manière que la composition du mélange, une fois introduit dans le four, soit dans tous les cas à peu près identique.

Comme aspect, vous voyez que les klinkers se ressemblent complètement, quelles que soient les matières premières et leur provenance ; les analyses des ciments obtenus ne varient certainement que dans les limites si étroites prescrites par les cahiers des charges.

Les échantillons exposés proviennent, comme nous l'avons déjà dit, de 40 usines, savoir :

En Europe, en dehors de la France : l'Angleterre, l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la Hongrie, l'Italie, la Norvège, la Roumanie, la Russie, la Suède, la Suisse et la Turquie ;

En Asie : la Chine, la Sibérie, Madras et Hong-Kong ;

En Amérique : les États-Unis, le Canada et le Chili ;

Et en Australie, Sydney.

Ceci constitue certainement une collection tout à fait unique et je me permets ici d'adresser mes remerciements aux industriels qui ont bien voulu y contribuer par leurs envois.

Avant d'aborder le côté technique, je désire vous montrer la grande importance et le grand développement que la fabrication du ciment artificiel a pris depuis un certain temps.

Pour cela, le mieux serait d'avoir à sa disposition une statistique de la production mondiale en ciment Portland, par exemple des dix dernières années,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais malheureusement une telle statistique n'existe pas, ou, du moins, je n'ai pu la trouver; je n'ai pas même pu avoir une statistique sûre pour les pays européens.

Au contraire, pour les États-Unis de l'Amérique du Nord, il existe des renseignements officiels très complets que je voudrais vous soumettre. En adoptant pour notre vieille Europe un coefficient de proportionnalité semblable à celui des autres manifestations industrielles, l'image, je crois, ne serait pas trop déformée. Je vous soumets donc ce diagramme établi par le gouvernement des États-Unis qui montre comment s'est développée, dans ce pays, la fabrication du ciment Portland artificiel.

Voici ce diagramme (fig. 1) : les abscisses sont les années depuis 1890 jusqu'à 1911 et les ordonnées sont la production en millions de barils pour la courbe *a*. Le baril de ciment pesant 170 kg, 5 millions de barils correspondent à environ 850 000 t de ciment. Comme vous le voyez, jusqu'en 1895, c'est-à-dire il n'y a même pas vingt ans, la fabrication ne dépassait pas un million de barils; à ce moment, la production se mit à augmenter très rapidement, si bien qu'en 1900 elle était déjà de plus de 8 millions de barils, soit 1 250 000 t.

La fabrication a continué à progresser et pour la dernière année du graphique, c'est-à-dire en 1911, elle s'élève à plus de 80 millions de barils ou plus de 13 millions de tonnes.

Vous apprécierez mieux l'importance de ces chiffres, quand vous saurez que la production des États-Unis en fonte brute de haut fourneau pendant cette même année 1911 a été de 23 millions de tonnes; donc, la fabrication du ciment Portland artificiel représente en poids la moitié de la production de fonte brute; en valeur, la production de ciment représente au contraire 20 p. 100 seulement de la valeur de la fonte. C'est vous dire combien on a dû rendre la fabrication rationnelle, pour pouvoir travailler de si grosses quantités à des prix relativement très bas. Il est aussi intéressant de remarquer que pendant la crise financière de 1907, la fabrication du ciment n'a pas diminué, l'augmentation de production a seulement été moins forte.

La courbe *b* sur ce même diagramme indique les variations du prix de vente du ciment dans les États-Unis et cela par baril de ciment; ce prix était de 3 dollars par baril en 1880, il était tombé un peu au-dessous de 2 dollars, en l'année 1890, et ensuite, il a baissé de plus en plus, de sorte que le prix moyen en 1911 était à peine de 85 cents par baril, ce qui correspond à 25 f par tonne C'est un prix extrêmement bas; beaucoup d'usines européennes ont un prix de revient supérieur à ce prix de vente.

La création des nombreuses usines nécessaires à ces grandes productions,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de même que la diminution excessive dans les prix, ont été possibles parce qu'on a pu à ce moment-là *industrialiser* la fabrication du ciment.

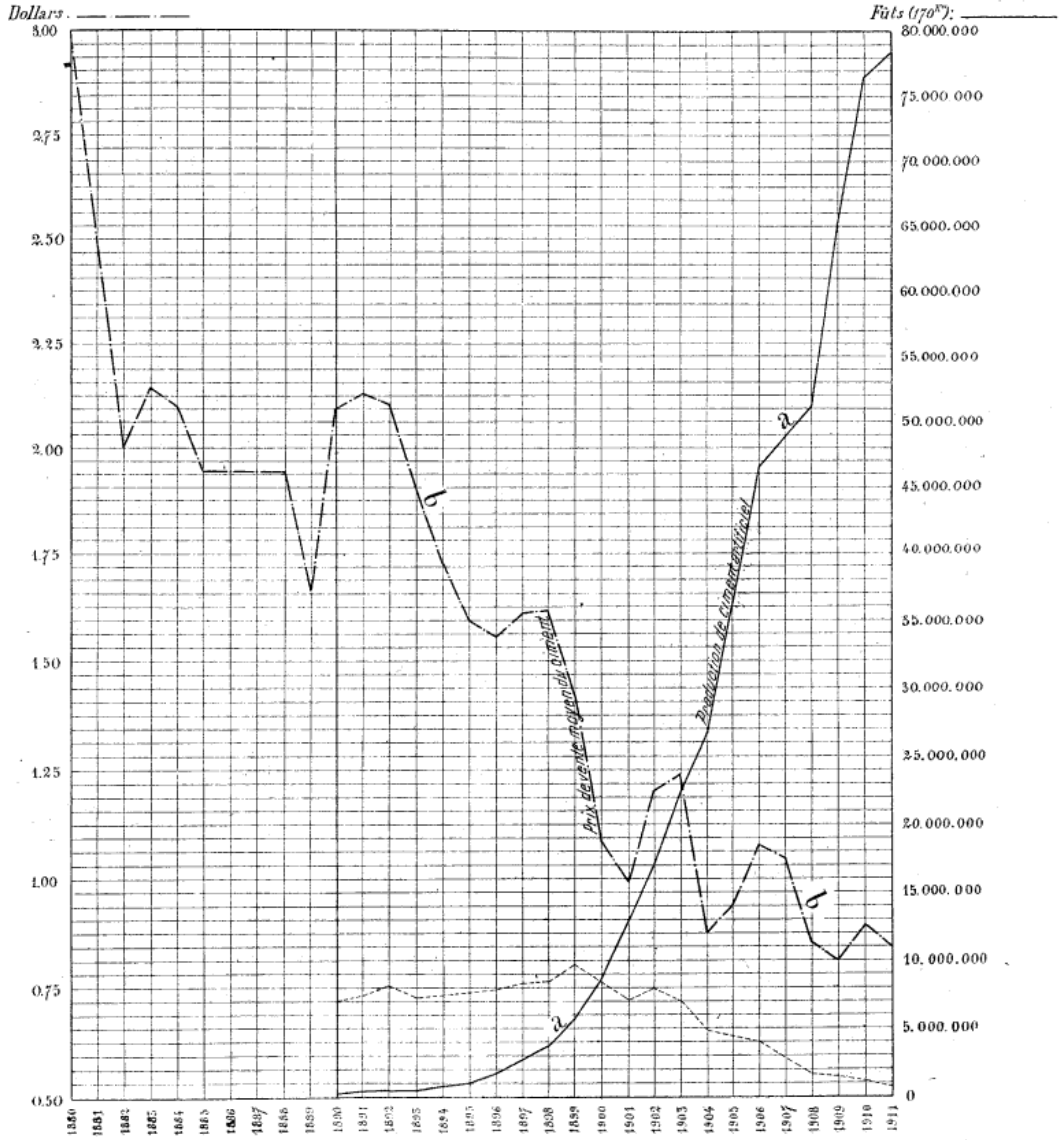


Fig. 1. — Développement de l'industrie du ciment Portland artificiel dans les États-Unis de l'Amérique du Nord : La courbe *a* indique la fabrication annuelle en barils de 170 kg; la courbe *b* indique le prix en dollars par baril.

Les anciens procédés de fabrication demandaient d'une part beaucoup de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

main-d'œuvre et des ouvriers possédant une éducation professionnelle, et, d'autre part, les fours et les outils que l'on employait rendaient peu par unité; enfin, pour avoir un produit uniforme et irréprochable, il fallait une surveillance minutieuse et de tous les instants.

Différentes inventions et améliorations se sont trouvées justement prêtes à ce moment, et ont permis d'*industrialiser* la fabrication du ciment en supprimant pour ainsi dire toute main-d'œuvre; en rendant uniforme et régulière la fabrication, sans une surveillance trop étroite.

Je vais avoir le plaisir de vous faire voir, dans les phases successives de la fabrication, cette différence entre les anciennes et les nouvelles méthodes. A l'examen des spécimens de matières premières, vous avez vu qu'elles se divisent au point de vue physique en deux grandes classes : les matières en roches sèches et dures; d'autre part, les matières tendres comme la craie et la marne. La manière dont on traite les matières tendres se voit sur ce plan de l'usine de la Bonne-Espérance, installée près Turnhout, en Belgique (fig. 2 et 3). Les matières à traiter, la craie et l'argile, sont jetées avec de l'eau dans deux délayeurs; ce mélange est ensuite pompé à travers le tube « Dana » et la pâte très fine, ainsi obtenue, vient dans un grand réservoir à pâte.

C'est cette pâte qui est cuite directement. Les fours ont leur axe faiblement incliné et ils tournent très lentement, un ou deux tours par minute; la pâte entre par le bout supérieur pendant qu'à l'autre bout on insuffle le charbon en poussière. Il se forme ainsi dans l'intérieur du four une flamme très chaude et très longue, qui cuit la matière descendant le long de la paroi intérieure; bien entendu, il y a là une chemise en briques des plus réfractaires.

Pour obtenir le charbon en poussière, on le fait passer dans un séchoir, puis dans un tube-broyeur Dana, pour être, de là, insufflé dans le four.

Les klinkers sortant du four passent dans un refroidisseur spécial où ils rencontrent de l'air froid insufflé par ventilateur; ils abandonnent leur chaleur et tombent dans des wagonnets pour être transportés aux magasins à klinkers.

Le troisième traitement est le broyage fin des klinkers.

Il a lieu en deux phases : la première consiste en un dégrossissage dans les moulins à boulets et des « kominors » qui réduisent les klinkers à peu près à la finesse du tamis 20, puis cette matière est broyée dans les tubes-broyeurs placés à la suite.

Sortant des tubes-broyeurs, le ciment est mené dans des silos, d'où il est extrait pour être mis en fûts ou en sacs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand il s'agit de traiter des matières dures, la première phase de la fabri-

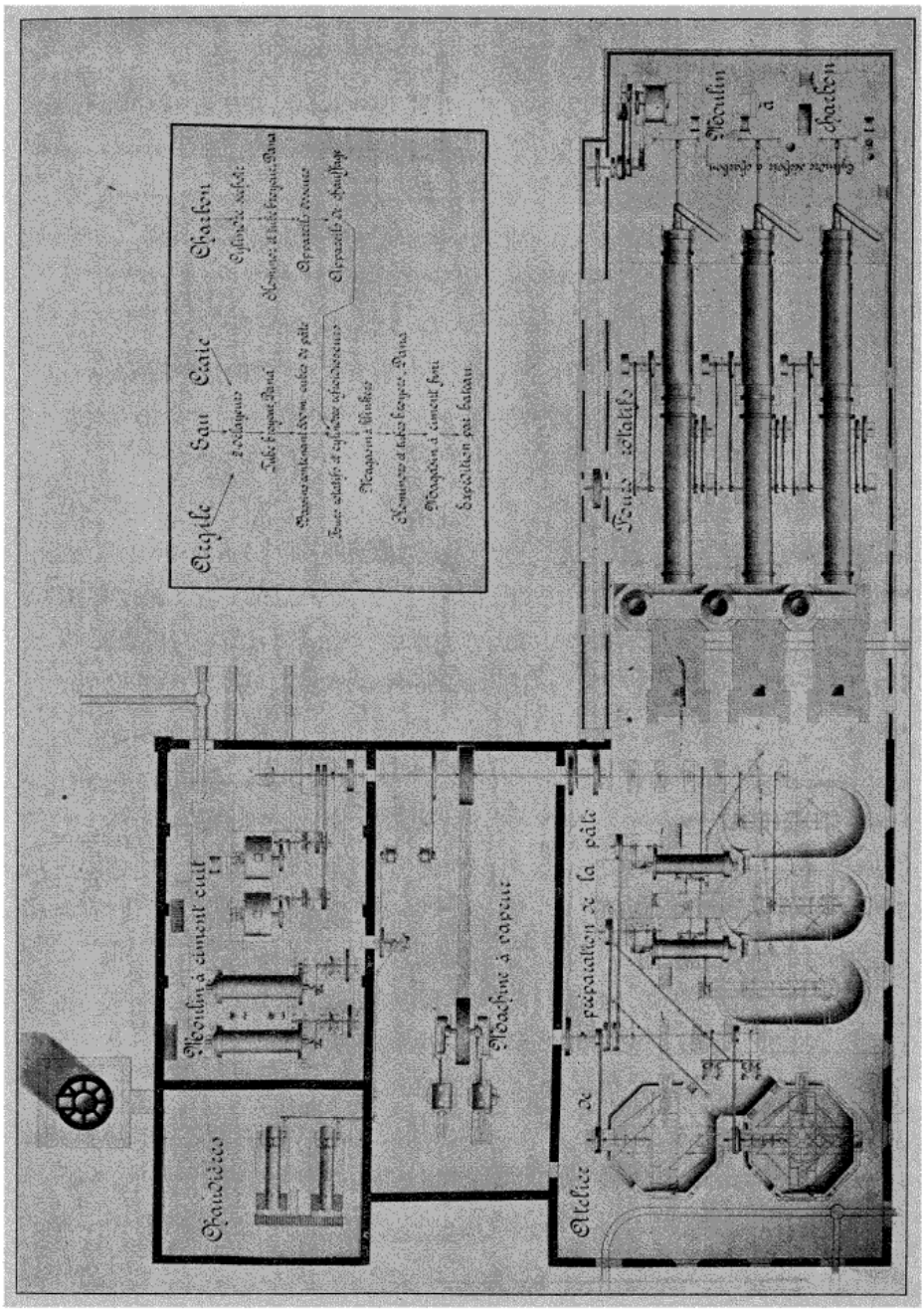


Fig. 2. — Plan de l'usine de la Société anonyme fabrique de ciment Portland artificiel et briqueteries « la Bonne-Espérance, à Turhnout (Belgique). — Traitement des matières premières tendres par voie humide et cuisson dans des fours rotatifs. L'usine complète a été installée par F. L. Smidth et Cie.

cation, celle qui précède l'introduction dans les fours, doit être modifiée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 3. — Coupe de l'usine de la Société anonyme fabrique de ciment Portland artificiel et briqueteries « la Bonne-Espérance », à Turnhout (Belgique). — Traitement des matières premières tendres par voie humide et cuisson dans des fours rotatifs. L'usine complète a été installée par F. L. Smidth et Cie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous voyez sur ce plan (fig. 4) l'usine de Tangshan, en Chine, qui est dans ce cas. Les matières premières sont d'abord séchées par les gaz perdus des fours, elles sont ensuite broyées et mélangées dans des kominors et des tubes-broyeurs dans les proportions voulues et enfin conduites dans des silos ; elles sont ensuite humectées avant l'introduction dans les fours.

Le reste de la fabrication est le même que pour le procédé à pâte.

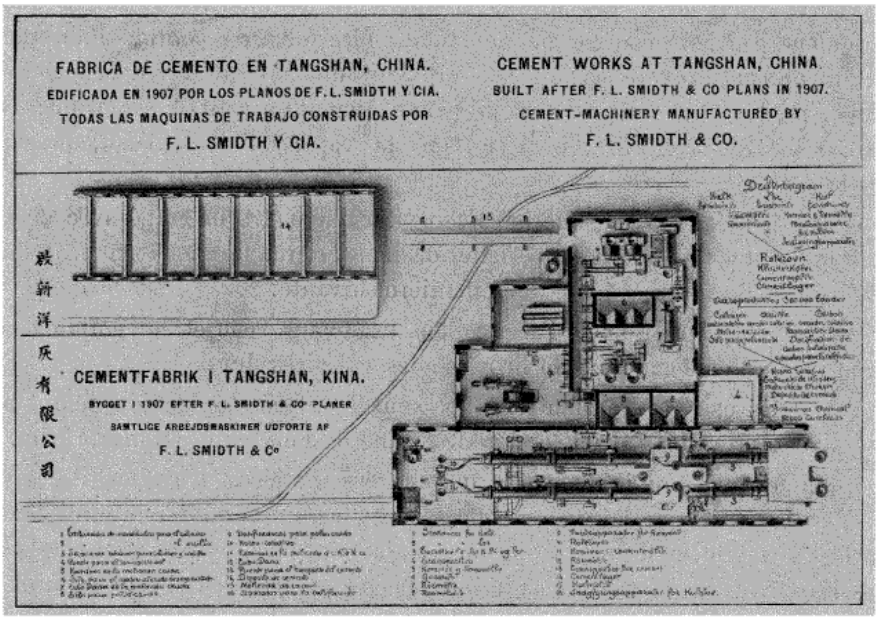


Fig. 4. — Usine à ciment de Tangshan (Chine). — Traitement des matières dures par le procédé à sec, avec cuisson dans des fours rotatifs. L'usine complète a été établie par F. L. Smidth et C°.

J'ai aussi quelques photographies de l'usine de Tangshan que je vais faire passer devant vous :

Les deux fours rotatifs de 45 m de long.

Vue extérieure de l'usine.

La porte d'entrée principale avec le mur chinois.

Depuis quelques années, cependant, on abandonne de plus en plus le travail par voie sèche même avec des matières très dures, pour les traiter par la voie humide. On les broie donc sans séchage, telles qu'elles sortent des carrières, dans des kominors et tubes spéciaux, avec juste assez d'eau pour que le broyage complet puisse avoir lieu, et on introduit la pâte épaisse dans les fours rotatifs.

Les avantages de ce traitement par pâte épaisse des matières dures, au lieu du traitement à sec, sont de différentes natures :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Le broyage et le mélange en bouillie sont beaucoup plus intimes et parfaits qu'en poudre sèche, et en conséquence, la cuisson se fait d'une façon plus parfaite et régulière ;

2° Le broyage humide demande moins de force que le broyage sec, et on évite toute production de poussières ; on supprime aussi les séchoirs qui sont des appareils assez délicats à conduire, surtout quand ils doivent travailler en combinaison avec des fours. L'expérience a montré d'ailleurs que le traitement par pâte épaisse ne demande guère plus de combustible que le traitement par la voie sèche : cela provient du fait qu'il y a beaucoup de chaleur perdue dans les gaz de combustion quand on cuit à sec et que cette chaleur est, au contraire, utilisée pour la vaporisation de l'eau, quand on cuit la pâte.

Il arrive assez souvent que le calcaire dur doive être mélangé avec de l'argile tendre et délayable dès sa sortie de la carrière. Le nouveau procédé en pâte épaisse est alors exécuté de la manière suivante.

On délaye premièrement l'argile dans beaucoup d'eau et on emploie cette barbotine au lieu d'eau pour le broyage des calcaires durs.

Parmi les usines importantes qui se sont montées ces derniers temps avec ce nouveau procédé, j'ai ici le plan de l'usine de Felsögalla (Hongrie) (fig. 5).

Il montre schématiquement la marche des matières. L'argile est délayée, le calcaire dégrossi dans des concasseurs; les deux matières sont ensuite broyées ensemble dans des kominors et la pâte encore très grossière passe dans le « trix », qui est un tamiseur spécial et très utile, qui élimine les grains de calcaire les plus gros, et les renvoie dans le kominor, pendant que la pâte fine vient au tube où elle est finie par un broyage très intense ; elle est ensuite introduite dans le four.

Les deux fours ont chacun une longueur de 70 m ; leur diamètre est de 3 m partout, sauf dans la partie où le charbon brûle, c'est-à-dire dans la zone de cuisson où le diamètre est augmenté à 3,30 m. Par cet élargissement de la zone de cuisson, là où les gaz sont les plus chauds et, en conséquence, occupent le volume le plus grand, la section du four est également augmentée de sorte que la vitesse des gaz n'y est pas trop considérable.

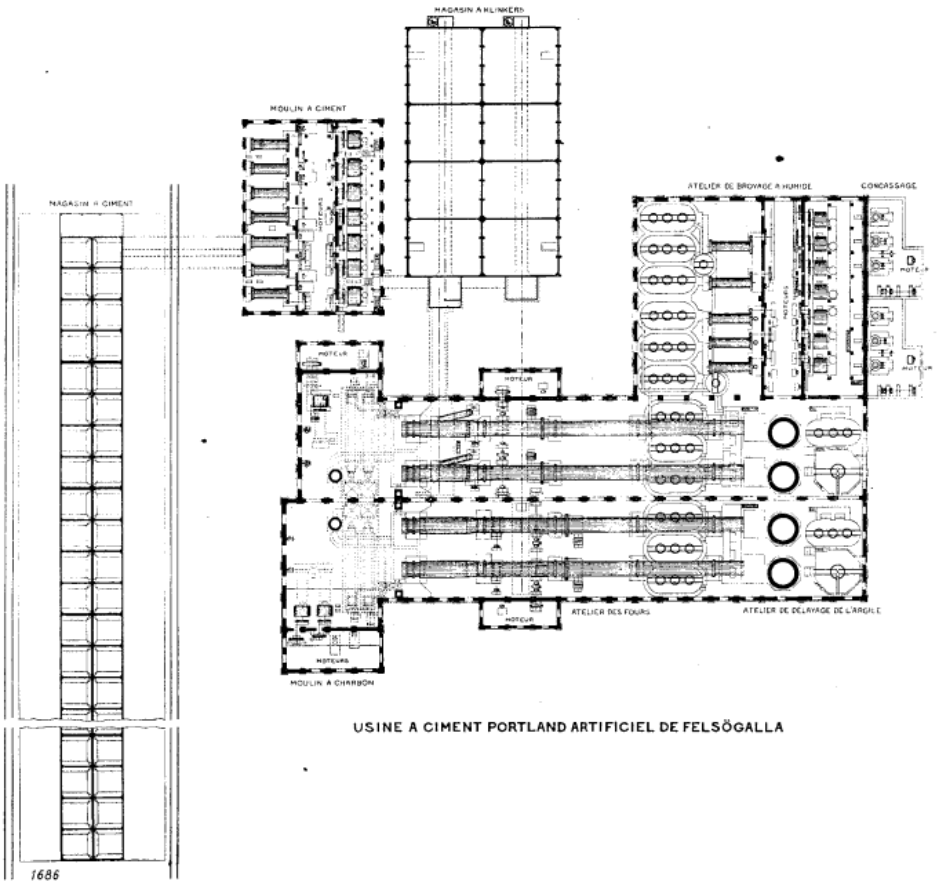
Comme l'élargissement ne va pas jusqu'au bout, il se trouve également une quantité de ciment plus grande retenue dans la zone de cuisson et ainsi la matière reste plus longtemps exposée à l'effet de la flamme chaude. Ce système de zone de cuisson élargie est très apprécié par les industriels qui s'en servent. Un four de ces dimensions peut cuire par journée de 24 heures, car il marche sans arrêt, 250 t de ciment. Un seul de ces fours remplace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc une dizaine des anciens fours verticaux et économise beaucoup d'ouvriers.

Le charbon consommé dans un four de ces dimensions est d'environ 2600 kg à l'heure.

La figure 6 représente la commande du four.



USINE A CIMENT PORTLAND ARTIFICIEL DE FELSÖGALLA

Fig. 5. — Plan de l'usine de la Société générale des Charbonnages hongrois, à Felsögalla (Hongrie) — Procédé par pâte épaisse de matières premières dures, avec cuisson dans des fours rotatifs. L'usine complète a été établie, en 1911-1913, par F. L. Smidth et C°.

Comme il est assez difficile d'avoir de bonnes photographies des installations des fours rotatifs à cause de la longueur de ces appareils, j'en ai choisi quelques-unes, qui pourront, je pense, le mieux vous donner une idée de ces outils si puissants ; elles ne proviennent pas de la même usine.

Massifs pour trois fours provenant de l'usine de Maltzof, en Russie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 7. — Vue prise devant les fours Königshof, en Autriche.

Vue prise du côté du four Kunda, Russie. — On voit ici le réservoir du charbon pulvérisé, la vis qui dose la quantité introduite dans les fours. Le devant du four qui forme chariot ; c'est dans l'intérieur du chariot que se trouvent les carneaux d'air chaud venant du refroidisseur. On voit le registre permettant au chauffeur de régler l'air chaud : on voit également la manivelle par où il règle le débit du charbon.

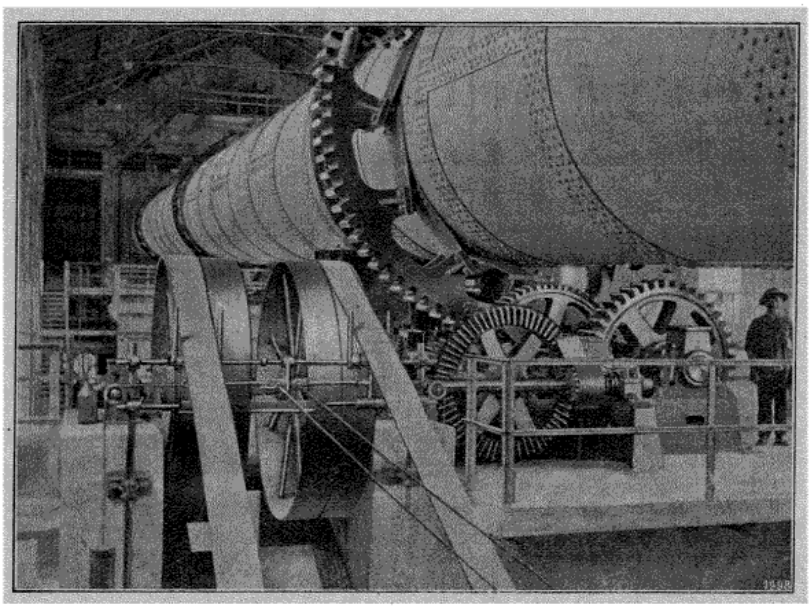


Fig. 6. — Société générale des Charbonnages hongrois, à Felsögalla (Hongrie). Un des fours rotatifs de 70 m de longueur. (Comparez les dimensions du four avec l'ouvrier qui se trouve sur le côté.)

Fig. 8. — Vue prise du four rotatif à Podolsk montrant le refroidisseur à double effet.

Par cet exposé succinct, vous avez pu vous rendre compte qu'il y a deux opérations différentes très importantes dans la fabrication du ciment, savoir : le *broyage* et la *cuisson*.

Je voudrais m'arrêter quelques moments sur ces deux opérations.

Autrefois, c'est-à-dire il y a vingt à vingt-cinq ans, le broyage s'effectuait surtout avec des meules. Il fallait, après le passage dans les meules, tamiser le ciment et rebroyer les refus.

C'était une fabrication très onéreuse, les machines ne produisaient pas beaucoup, demandaient beaucoup de force, beaucoup d'ouvriers habiles pour le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rhabillage des meules et on pouvait difficilement travailler plus fin qu'avec les tamis 50 à 60 sans avoir énormément de bluteries.

On cherchait partout alors des appareils plus pratiques et vraiment industriels.

C'est ainsi que, pendant l'Exposition de 1889, j'eus occasion d'essayer un appareil que j'avais exposé dans la Galerie des Machines pour broyer des

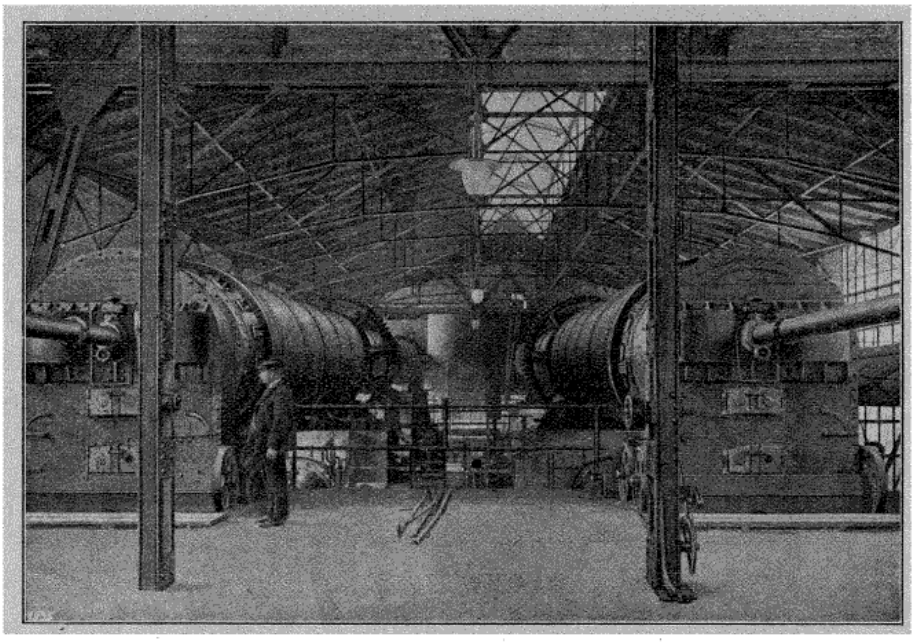


Fig. 7. — Königshofer Portland-Zement-Fabrik, à Königshof (Autriche) : Vue des fours rotatifs. Traitement des matières premières dures en pâte épaisse. Usine établie en 1911.

sablettes, c'est-à-dire des refus de bluterie. Ils provenaient de notre plus grande fabrique de ciment de France, la Société des Ciments français de Boulogne, qui marche toujours en avant pour les perfectionnements.

L'appareil en question (fig. 9) consiste en un grand tambour tournant autour de son axe; il est presque à moitié rempli de galets de mer et on y introduit les matières qu'on doit broyer. L'appareil en question avait une charge de 2 000 kg de galets de mer et on introduisait la moitié, savoir, 1 000 kg de ces sablettes.

Malheureusement ces essais ne donnèrent pas de résultats pratiques, mais ils m'incitèrent à continuer, après l'Exposition, les essais dans une petite installation que j'avais montée à Paris, boulevard de la Villette. A la suite de ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

essais, j'ai été assez heureux pour trouver une solution pratique de la question,

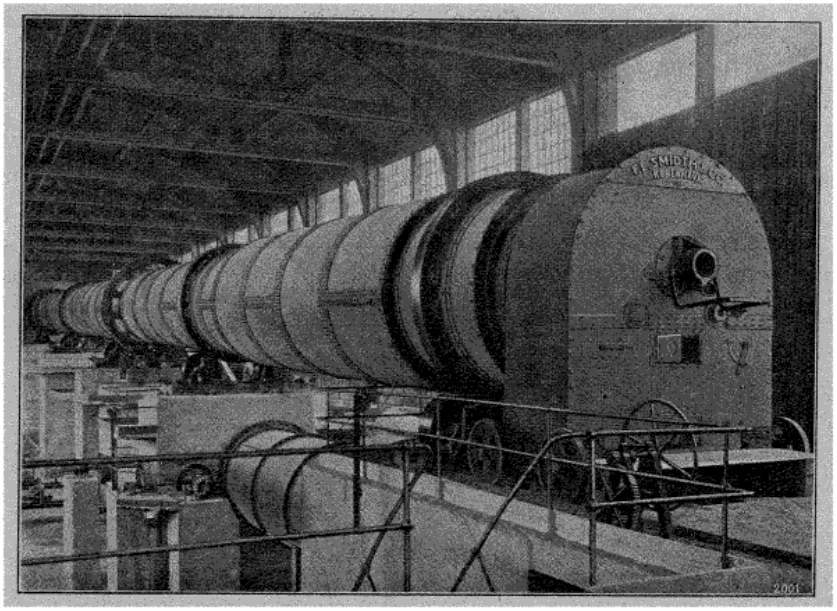


Fig. 8. — Société par actions de Moscou, pour la fabrication des ciments et d'autres matériaux de construction, à Podolsk (Russie) : Four rotatif de 2,70 m × 3 m × 79 m, avec refroidisseur à klinkers, système F. L. Smidth et Cº. Traitement des matières premières en pâte épaisse (1910).

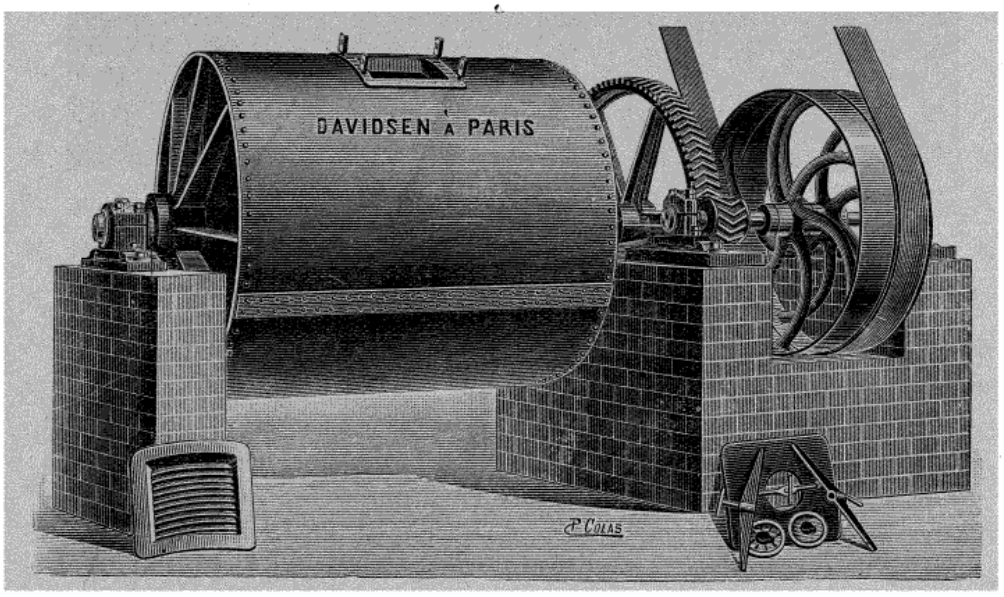


Fig. 9. — Broyeur discontinu à galets.

elle consistait à diminuer fortement la charge de la matière entre les galets, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui permit en même temps de faire l'opération continue. L'appareil, que j'appe-

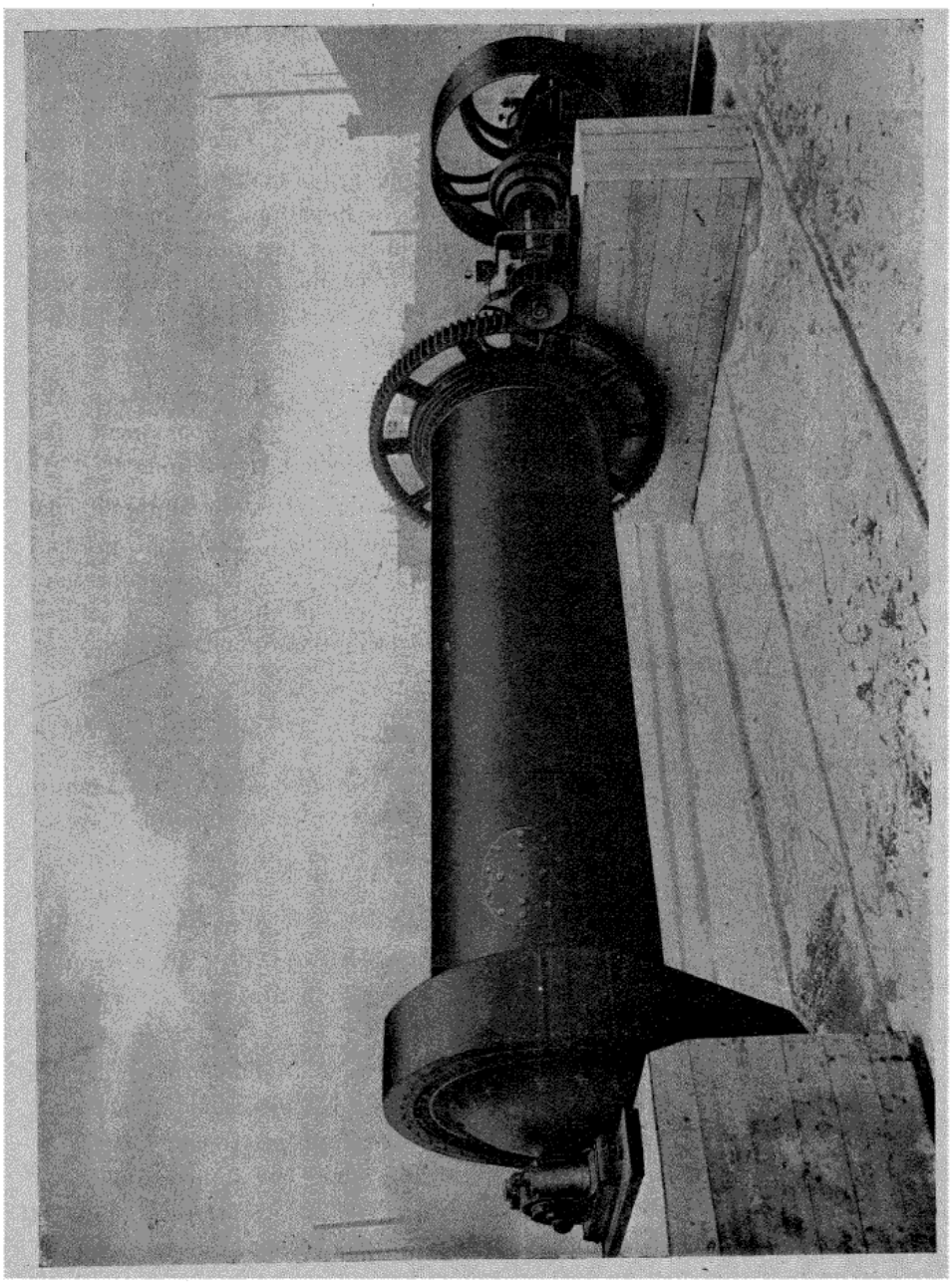


Fig. 10. — Tube-broyeur *Dana*, vue extérieure.

lai *tube-broyeur*, est reproduit sur les figures 10 et 11 et sa forme n'a, en réalité,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas changé depuis ce moment-là'; seulement on le construit dans des dimensions de plus en plus grandes.

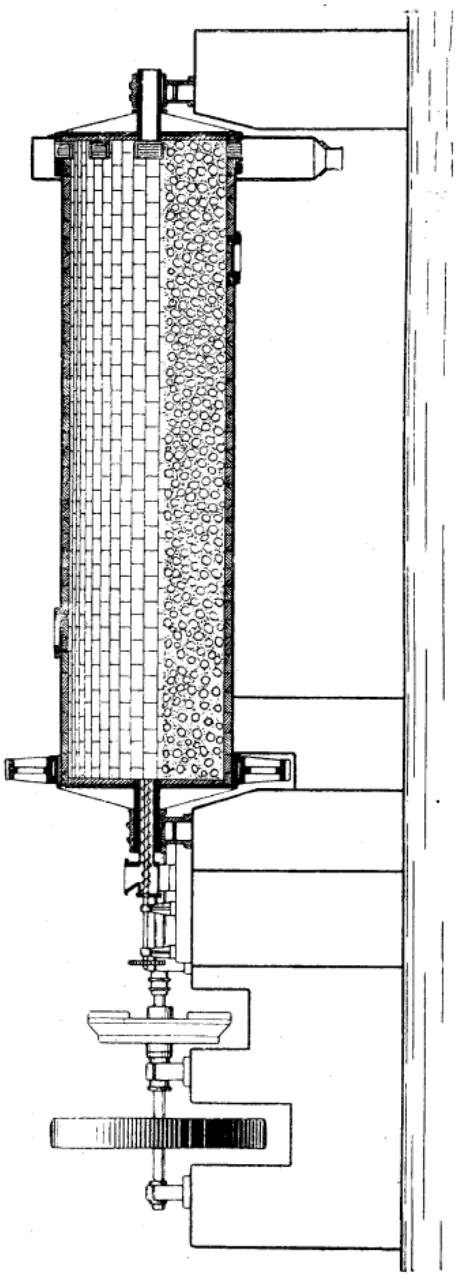


Fig. 11. — Tube-broyeur *Daua*, coupe longitudinale.

L'appareil consiste en un long cylindre qui tourne sur des tourillons creux. Il est rempli intérieurement de galets jusqu'à la moitié à peu près et la matière à broyer entre par un tourillon, passe au travers de la masse des galets qui roulent et par ce mouvement broie la matière qui sort toute broyée à l'autre bout.

Voici une photographie (fig. 12) qui montre le mouvement des galets pendant la rotation.

En dehors de la simplicité du fonctionnement, l'appareil présentait le grand avantage d'éviter tout blutage du produit fini, à condition que la matière amenée à l'appareil soit grossièrement blutée, généralement au tamis 20. Comme il est beaucoup plus facile de tamiser au tamis 20, que par exemple au tamis 100 ou 150, c'était un grand avantage de pouvoir reporter le blutage avant le broyage plutôt qu'après. C'est, à ma connaissance, une des rares occasions où l'on a trouvé pratique de mettre la charrue avant les bœufs.

Le premier modèle que j'avais construit fut essayé en 1892, à la Station du ministère de l'Agriculture, à Paris, rue Jenner.

Le directeur, M. Ringelmann, notre membre si actif et capable du Comité d'Agriculture, a bien voulu me prêter un cliché pris à ce moment (fig. 13).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce fut plutôt un appareil de fortune, un tuyau en fonte d'une conduite de vapeur et dans lequel on avait entaillé deux chemins de roulement et mis une

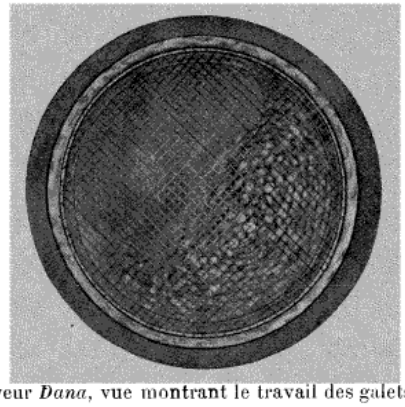


Fig. 12. — Tube-broyeur *Dana*, vue montrant le travail des galets pendant la rotation.

poulie sur le milieu. Le tube, qui avait une longueur de 2,50 m sur un diamètre de 35 cm, travaillait avec une charge de 170 kg des galets de mer. Grâce aux

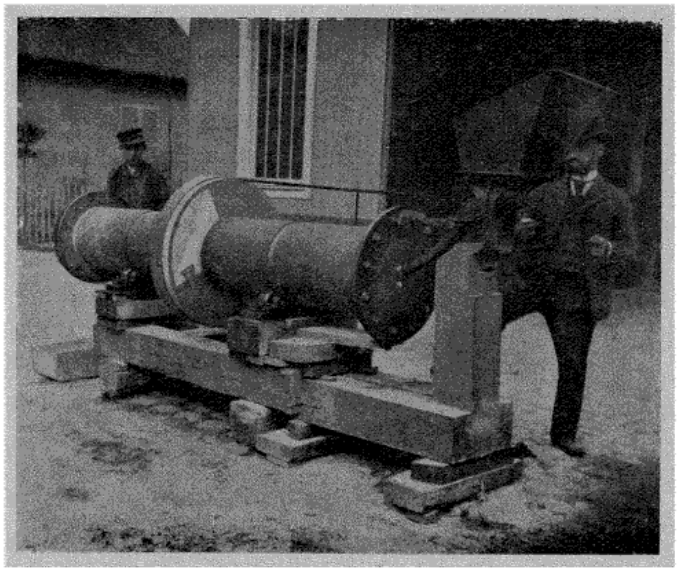


Fig. 13 — Premier tube-broyeur *Dana* essayé, en 1892, à la Station d'essais du Ministère de l'Agriculture, à Paris.

dynamomètres très sensibles et justes qu'avait construits à ce moment M. Ringelmann, il me fut possible de déterminer, d'une manière scientifique, les meilleures conditions dans lesquelles l'appareil pouvait fonctionner et de calculer les dimensions et modules de travail pour les appareils industriels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mes prévisions furent reconnues exactes et cet outil a, depuis, pris une place dominante dans l'industrie du broyage.

Comme exemple, je vous citerai cette installation (fig. 14) prise pendant le montage dans une usine à ciment de Montréal, Canada. Il y a là 21 tubes-broyeurs, chacun portant une charge de 10 000 kg de galets.

L'appareil a également trouvé une large adoption dans l'industrie minière, spécialement pour le traitement humide des quartz aurifères, mais dans cette partie il est plutôt connu sous son nom anglais « tube mill ».

L'intérêt du broyage fin, c'est-à-dire de l'obtention de farine laissant seulement un faible refus sur un tamis de 5 000 mailles par centimètre carré, dans l'industrie du ciment Portland artificiel, a différentes causes.

La prise et le durcissement dans les mortiers s'effectuent généralement d'une manière d'autant plus satisfaisante que le ciment a été moulu plus finement.

Le charbon qu'on insuffle dans le four rotatif brûle mieux et d'autant plus activement qu'il est plus fin. Mais il y a encore une raison, plus générale et plus importante pour l'industrie du ciment et sur laquelle je voudrais vous dire quelques mots. La cuisson du ciment a pour objet de faire entrer en combinaison chimique la chaux des calcaires, avec la silice, l'alumine et le fer de l'argile. Ces combinaisons chimiques ne se font qu'à une température bien plus élevée que celle où l'acide carbonique est parti des calcaires. Si donc les matières ne sont pas finement broyées et qu'en conséquence le mélange n'est pas non plus très homogène, il reste nécessairement durant la cuisson des grains de chaux isolés et sans contact avec des particules d'argile avec laquelle ils peuvent se combiner. Ces grains de chaux restent donc, finalement, comme *chaux libre et surcuite* dans la masse cuite.

Pendant que la chaux cuite à basse température s'effuse facilement avec l'eau de gâchage, la chaux surcuite à la température du ciment s'éteint très difficilement et lentement; et comme elle augmente énormément de volume en s'hydratant, même des traces peuvent donner lieu à des gonflements et détériorations des mortiers et des ouvrages pour lesquels elle est employée.

C'est à ce point de vue qu'il est de la plus haute importance pour les fabricants de ciment de broyer très finement et intimement le mélange rigoureusement exact de leurs matières premières.

Pour le consommateur, il est aussi très important de pouvoir facilement vérifier que le ciment qu'il emploie ne donnera pas lieu à des gonflements.

C'est M. Le Chatelier, notre si distingué président du Comité des Arts chimiques, qui a imaginé un appareil des plus simples et des plus élégants pour déceler ce gonflement dans le ciment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

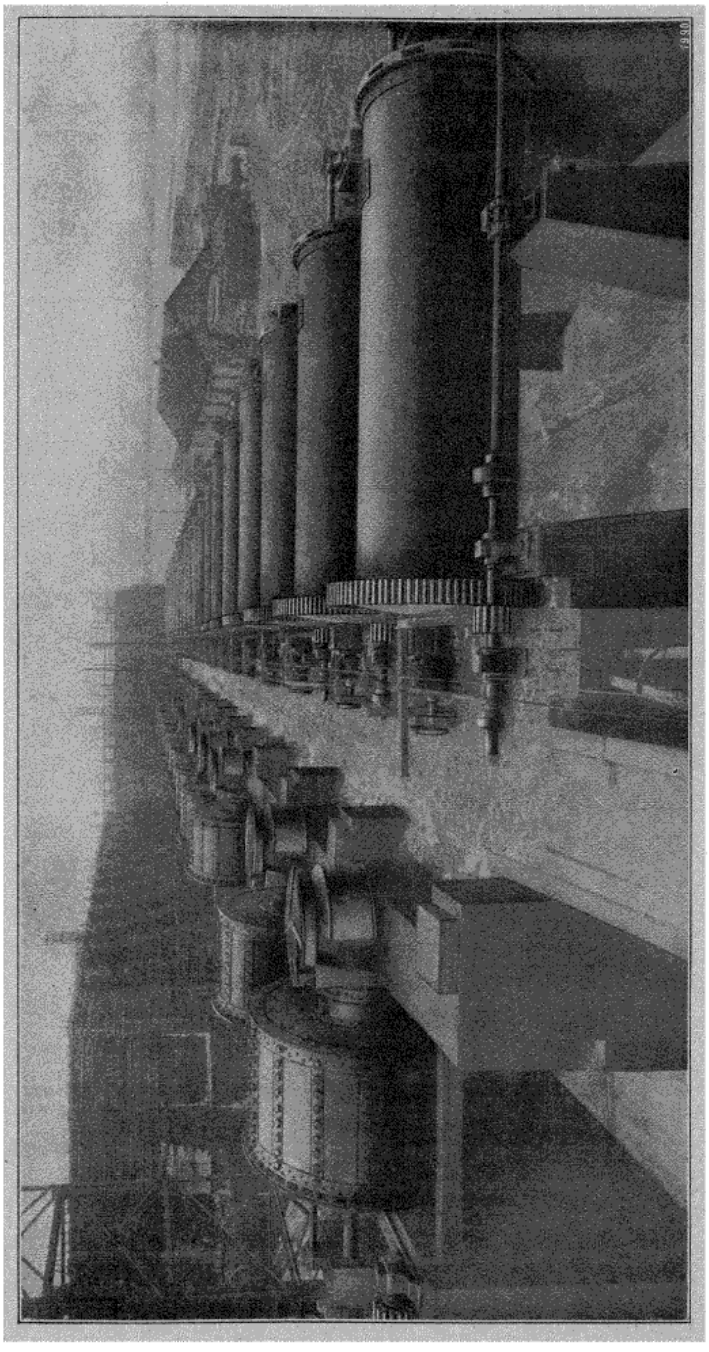


Fig. 14. — Canada Cement Co, à Montréal (Canada). — Une batterie de kominors et de tubes-broyeurs *Dana* en montage.

L'appareil consiste en un petit cylindre fendu, en laiton, que l'on remplit du mortier à examiner. Après l'avoir laissé un jour dans l'air, on met l'appareil dans de l'eau que l'on fait bouillir pour activer son effet sur la chaux éventuelle.

S'il s'en trouve, le ciment gonfle, écartant les bouts du cylindre et, par les

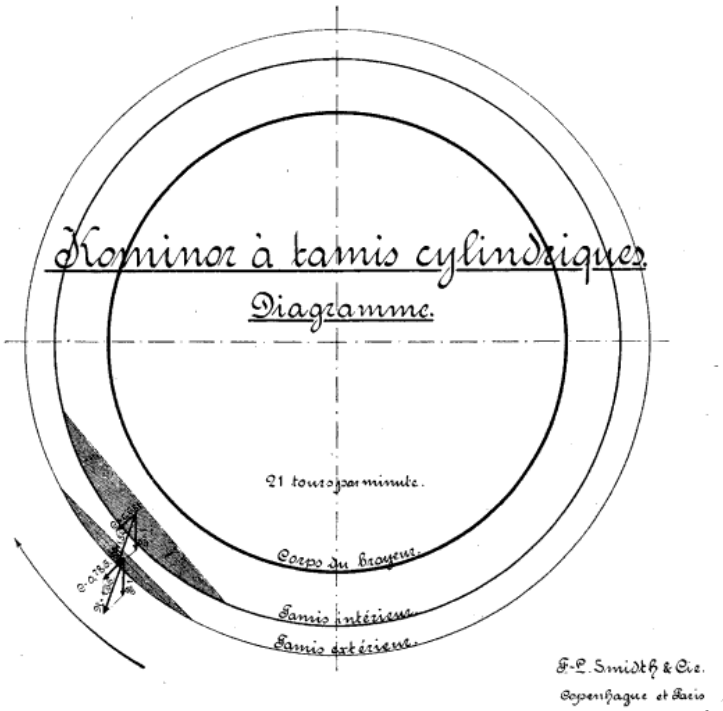


Fig. 15. — Vue montrant le travail des tamis cylindriques.

deux aiguilles qui y sont fixées, cet écart se trouve multiplié et peut facilement être mesuré.

Les deux spécimens que je vous soumets sont de même ciment, l'un ne contient pas de chaux libre, l'autre contient 1 p. 100 de chaux surcuite.

L'Association internationale pour l'Essai de Matériaux lors du Congrès de Copenhague, 1909, après des discussions très vives, a recommandé de généraliser l'essai de Le Chatelier, dit essai à chaud. Pendant le congrès suivant, en 1912, à New York, les Allemands, pour diverses raisons mais sans succès, cherchèrent à faire invalider cette résolution. Je crois intéressant de vous donner deux courts extraits de la lettre que M. Le Chatelier a envoyée à ce moment au Congrès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La raison qui justifie le maintien des essais à chaud est autre. Dans la pratique des travaux, on emploie le plus souvent les ciments avant d'avoir fait l'essai. On s'expose ainsi à deux dangers; en premier lieu, à celui d'un défaut de résistance; mais cela n'est pas très grave, car jamais un liant hydraulique ne présente une résistance inférieure à la moitié de celle qui est garantie. Or, dans un très grand nombre de circonstances (je laisse ici à part le ciment armé), on n'utilise pas la centième partie de la résistance

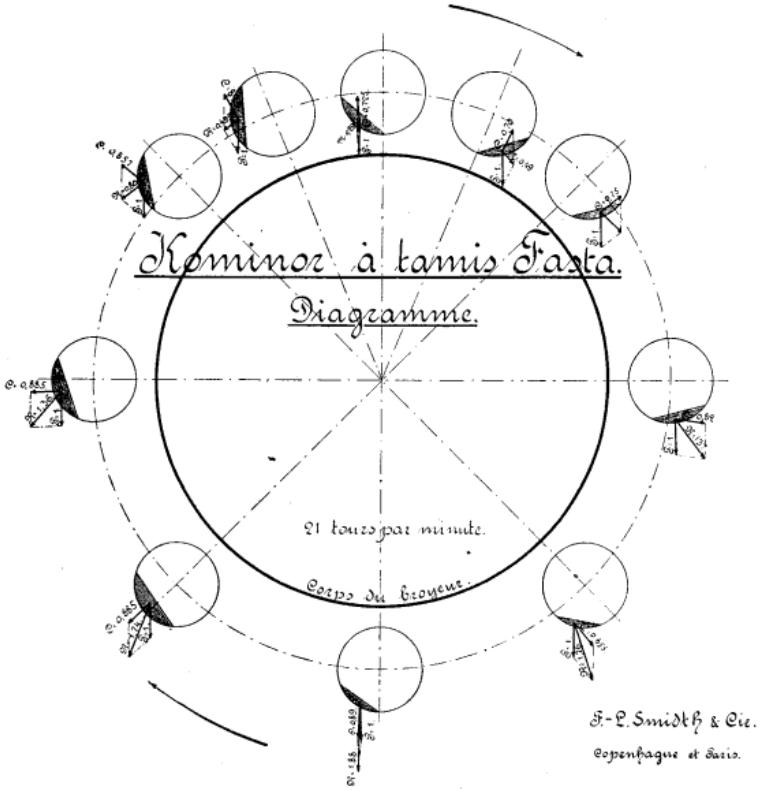


Fig. 16. — Vue montrant le travail des tamis *Fasta*.

offerte par les ciments; le second danger, celui de l'expansion, est beaucoup plus grave car il peut varier de 0 à l'infini pour de très faibles négligences dans la fabrication et occasionner ainsi la destruction complète des maçonneries. L'essai à chaud permet d'être fixé en 24 heures sur ce danger capital.

« Il y a en réalité quinze ans que j'ai proposé cet essai et je crois utile de faire l'historique de son développement.

« J'avais été vivement impressionné par des accidents occasionnés par l'emploi de liants hydrauliques expansifs; un de mes frères, ingénieur au service de la Ville de Paris, avait construit des maisons de cantonniers dont les murs se mirent peu à peu à gonfler, élevant la toiture de 25 cm et il fallut finalement jeter à bas toute la construc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

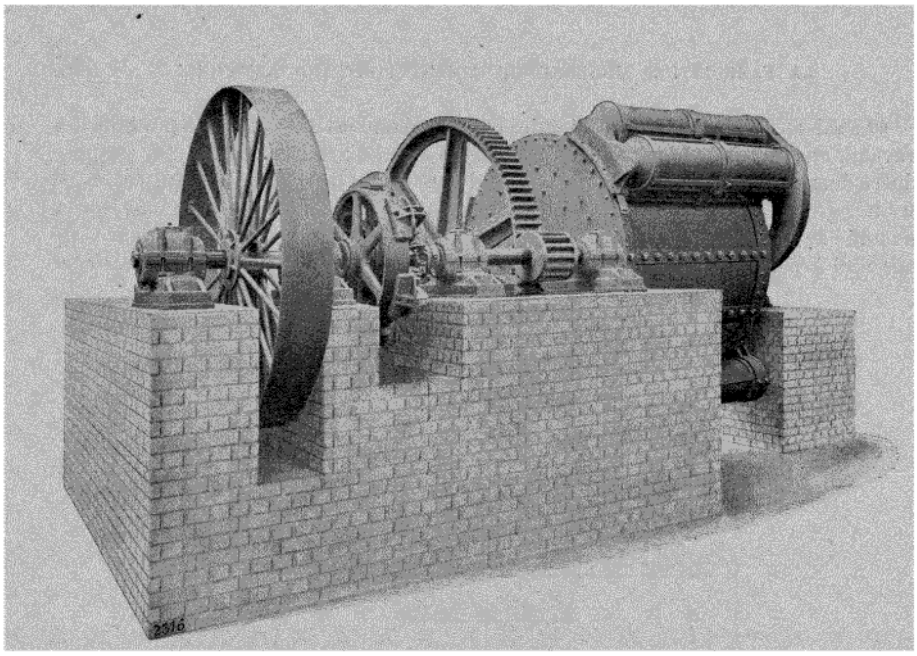


Fig. 17. — Kominor à tamis *Fasta*, pour dégrossissage au tamis n° 20 des matières à broyer finement dans le tube-broyeur (vue extérieure).

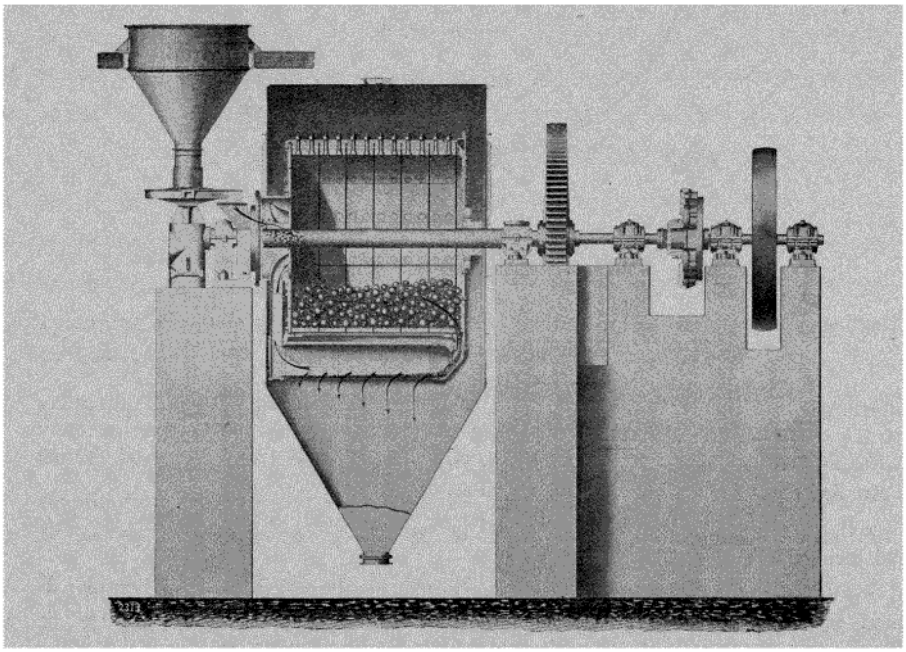


Fig. 18. — Coupe longitudinale d'un kominor à tamis *Fasta*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion. J'avais eu, d'autre part, connaissance des expériences de M. Tetmajer sur l'emploi de la chaleur pour accélérer le gonflement des ciments. C'était là un principe absolument rationnel, mettant en jeu la propriété bien connue de la chaleur, d'accélérer toutes les réactions chimiques. Je pensai qu'il y avait lieu de remplacer l'emploi du pouce et de l'œil pour apprécier le gonflement par un procédé rigoureux de mesure et je proposai l'emploi du moule fendu à aiguille devenu aujourd'hui d'un usage général. Tous les fabricants français de ciments et chaux hydrauliques protestèrent énergiquement. Je voulais la mort de l'industrie française. Des critiques semblables me furent

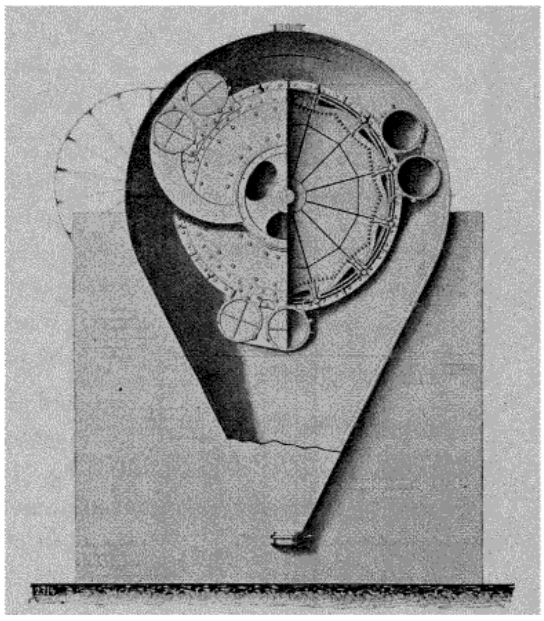


Fig. 19. — Coupe transversale d'un kominor à tamis *Fasta*.

adressées plus tard par les métallurgistes, quand je préconisai l'essai au choc sur barreaux entaillés. Je laissai dire, confiant dans l'influence du temps pour résoudre bien des difficultés. »

Ce n'est certainement pas trop s'avancer que de dire que l'essai de M. Le Chatelier a été, partout où on l'emploie, une aide puissante aux fabricants, pour régulariser et améliorer leurs produits.

Comme on l'a déjà fait remarquer, la matière que l'on veut broyer fin dans le tube-broyeur doit être préalablement dégrossie à la finesse du tamis 20 environ, c'est-à-dire qu'il ne doit pas s'y trouver de grains dépassant à peu près 1 mm de diamètre.

Pour cette préparation, on se sert surtout de moulins à boulets où le broyage s'opère par le choc de gros boulets en acier, dont voici quelques échantillons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un moulin à boulets très répandu est le *Kominor*, dont le fonctionnement est basé sur le même principe que le tube-broyeur.

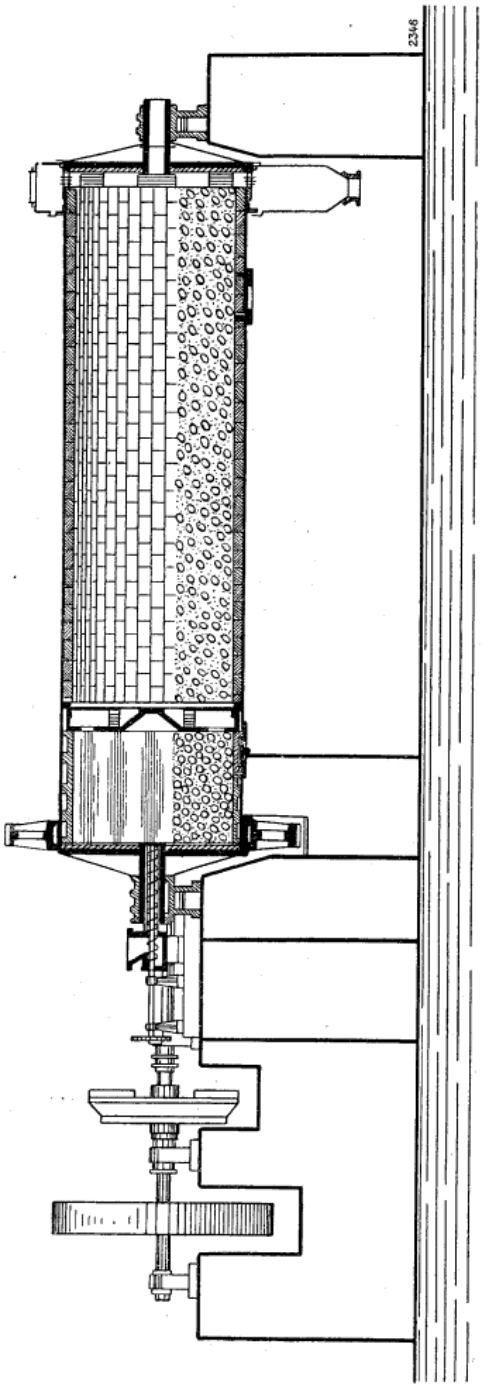


Fig. 20. — Moulin combiné : broyeur dans lequel sont réunies les deux opérations de préparation et de broyage fin.

C'est un cylindre relativement court et d'un grand diamètre ; la matière entre par le centre de l'un des fonds et sort sur la circonférence de l'autre. Pour augmenter la chute et les chocs des boulets, l'intérieur possède des blindages posés en escaliers.

Sur la circonférence du moulin sont disposés des tamis grossiers destinés à retenir les grains trop gros qui sont ainsi automatiquement réintroduits dans l'intérieur du moulin.

Au lieu d'avoir ces tamis disposés concentriquement sur le moulin (fig. 15), on les place avantageusement comme des satellites. C'est le système du tamis Fasta (fig. 16).

Ceci augmente considérablement le pouvoir tamisant et facilite beaucoup la surveillance des moulins.

Les grandes unités de ces préparateurs doivent être très robustes, car elles contiennent jusqu'à 5 000 kg de boulets d'acier et demandent une force s'élevant jusqu'à 100 chv en marche normale (fig. 17, 18, 19).

Quelquefois, on réunit dans le même appareil le préparateur et le finisseur, le moulin com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

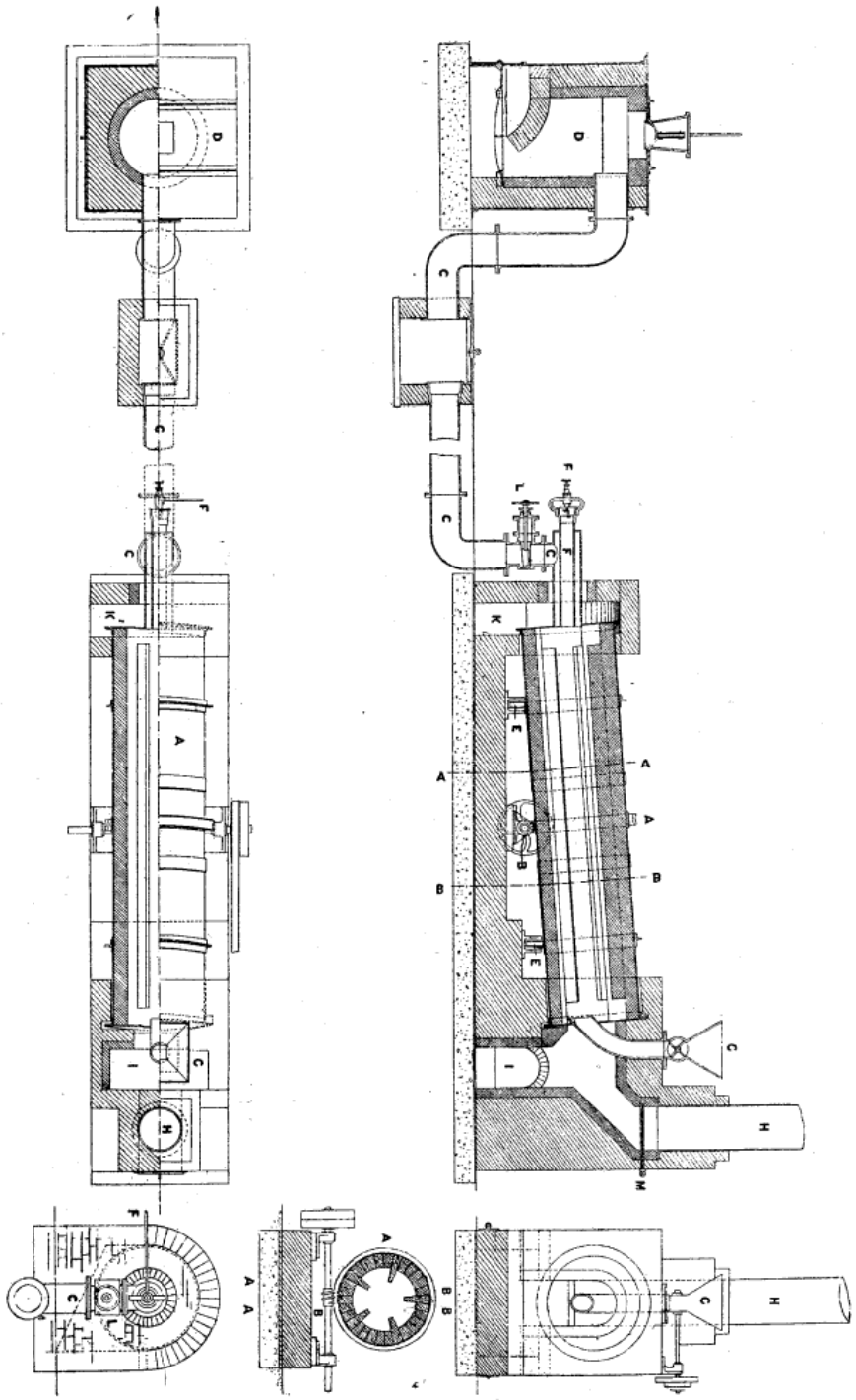


Fig. 21. — Four rotatif de M. Ransome (1883).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

biné représenté sur la figure 20 est spécialement utilisé dans le broyage du charbon.

C'est donc, en général, le même système de broyage qui sert aussi bien pour les matières crues, que celles-ci soient traitées par la voie sèche ou humide, pour le broyage des klinkers et pour le broyage du charbon, et c'est grâce à cette division de broyage en deux phases : *préparation* à un tamis grossier et *broyage fin* au tube-broyeur, qu'on a réussi à industrialiser la fabrication du

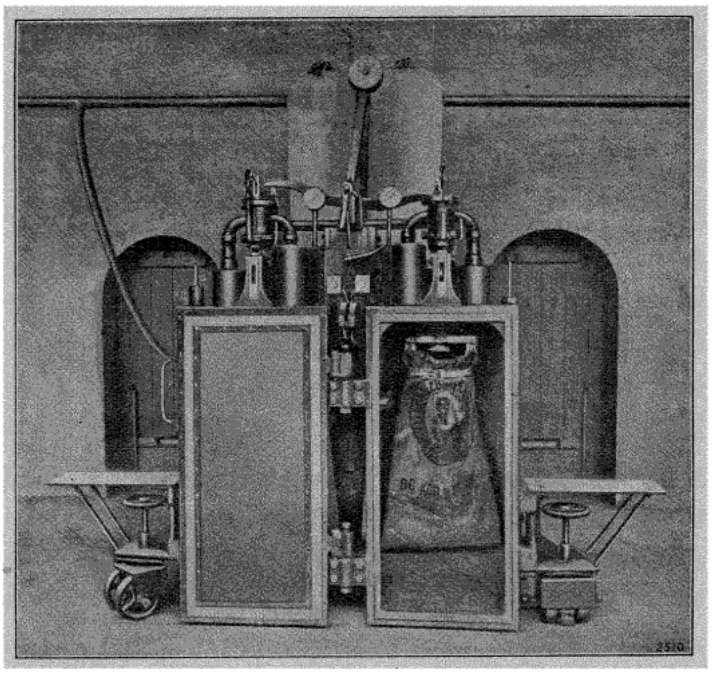


Fig. 22. — Appareil *Exilor*, pour l'ensachage du ciment par le vide et sans poussière.

ciment Portland artificiel au point de vue de son traitement *physique*. L'autre phase principale de la fabrication du ciment est la cuisson et c'est ici que le four tournant a supplanté tous les autres fours et a permis, au point de vue *chimique*, d'arriver à industrialiser la fabrication.

En 1885, M. Ransome prit un brevet anglais sur le four rotatif ; vous voyez ici le dessin de brevet (fig. 21). Il comporte un gazogène dont la flamme entre avec de l'air dans le four rotatif, et le ciment à cuire est introduit par cet entonnoir. Ce sont donc, dans les grandes lignes, les mêmes dispositions qu'actuellement.

L'invention fut essayée dans une grande fabrique d'Angleterre, mais on fut obligé d'abandonner complètement le procédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, M. Ransome cherchait surtout à obtenir directement à la sortie du four un produit marchand, c'est-à-dire en particules si fines que le broyage était évité ; il voulait faire tout le broyage avant la cuisson : ceci est bien possible quand il s'agit d'une matière comme le plâtre où la cuisson est simplement une évaporation d'eau, mais cela devient difficile pour une matière comme le ciment où une action chimique doit s'opérer entre des matières de compositions différentes.

En tout cas, ces essais furent complètement abandonnés et c'est en Amé-

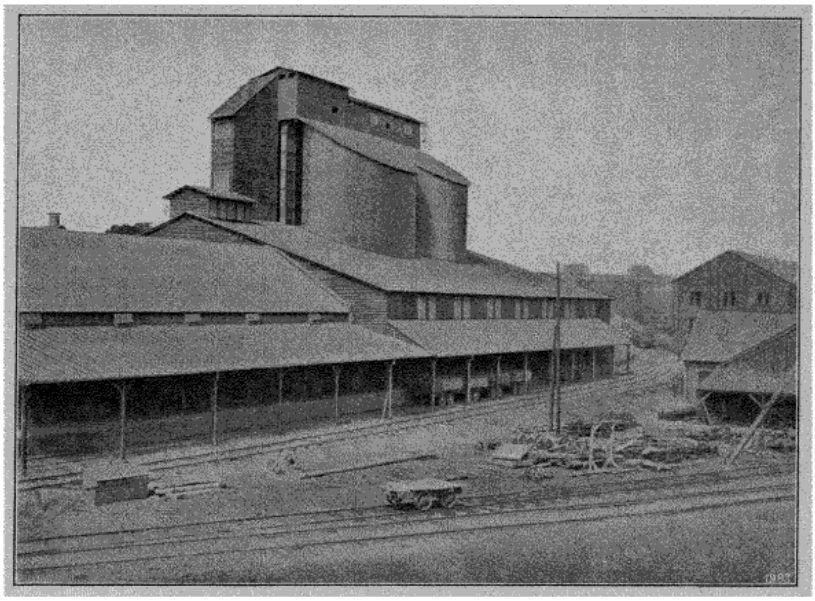


Fig. 23. — Silos à ciment de l'usine de Tunnel Portland Cement Co Ltd, à West Thurrock (Angleterre).

rique que la question fut reprise en 1892-1893 et spécialement dans les endroits où on avait le gaz naturel et le pétrole comme combustibles, vu la difficulté de leur emploi dans les fours verticaux ordinaires.

Après beaucoup de tâtonnements, les essais furent couronnés de succès. C'est quelques années plus tard, vers 1895, qu'on arriva à employer pratiquement le charbon comme combustible, en le broyant très fin et en l'insufflant ainsi en forme de poussière dans les fours. C'est aussi à partir de cette époque que la fabrication prit son grand essor en Amérique.

De même que pour les broyeurs, la puissance des unités de fours a beaucoup augmenté. Au commencement les fours rotatifs avaient une quinzaine de mètres de long et arrivaient à peine à produire une tonne de ciment à l'heure,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tandis qu'actuellement, nous faisons des fours ayant jusqu'à 80 m de long et produisant 10 t de ciment et plus à l'heure.

On a fait, dans un petit four électrique, muni d'un pyromètre Le Chatelier, des essais de cuisson du ciment à différentes températures. Voici quelques échantillons et vous verrez le changement très caractéristique de couleur, au moment où la température convenable est obtenue.

C'est entre 1450° et 1550° que la matière doit être cuite. Il est remarquable

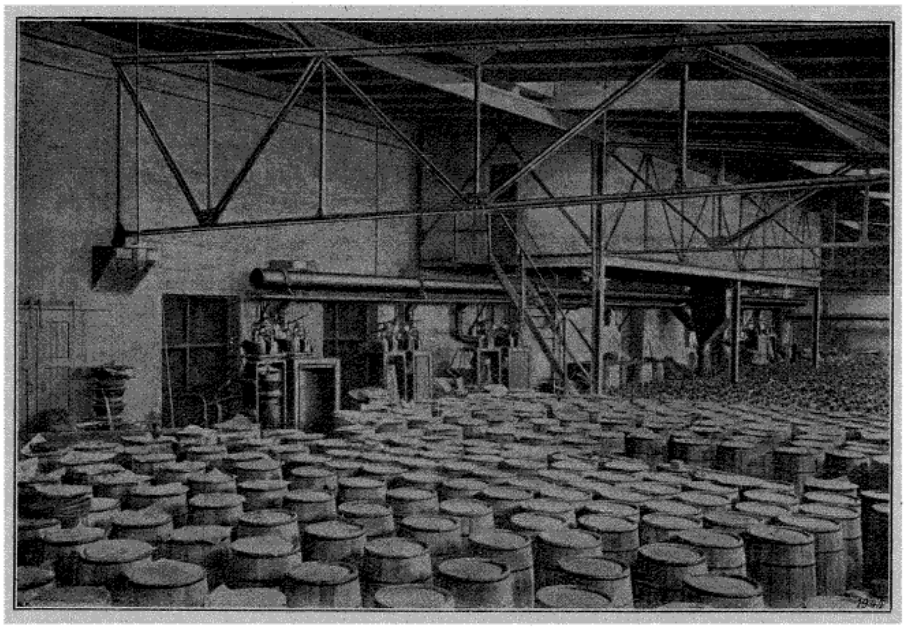


Fig. 24. — Embarillage du ciment à l'aide d'*exilors*, dans l'usine de la Königshofer Zement-Fabrik, à Königshof (Autriche).

de voir comme on arrive facilement et économiquement à cette haute température à l'aide du chauffage par le charbon en poussière et comment on réussit à tenir la température constante entre des limites très rapprochées.

C'est qu'en effet, la flamme de poussier de charbon consiste en une infinité de petits corps solides portés à l'incandescence la plus intense ; c'est, pour ainsi dire, une infinité de petits soleils abandonnant leur chaleur par rayonnement : cela est préférable pour la transmission de la chaleur au contact direct ; de plus, la combustion se règle très facilement, avec juste la quantité d'air théorique.

Il y a quelques années on essaya le chauffage des chaudières à vapeur à l'aide de poussière de charbon ; on fondait de très grandes espérances sur ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

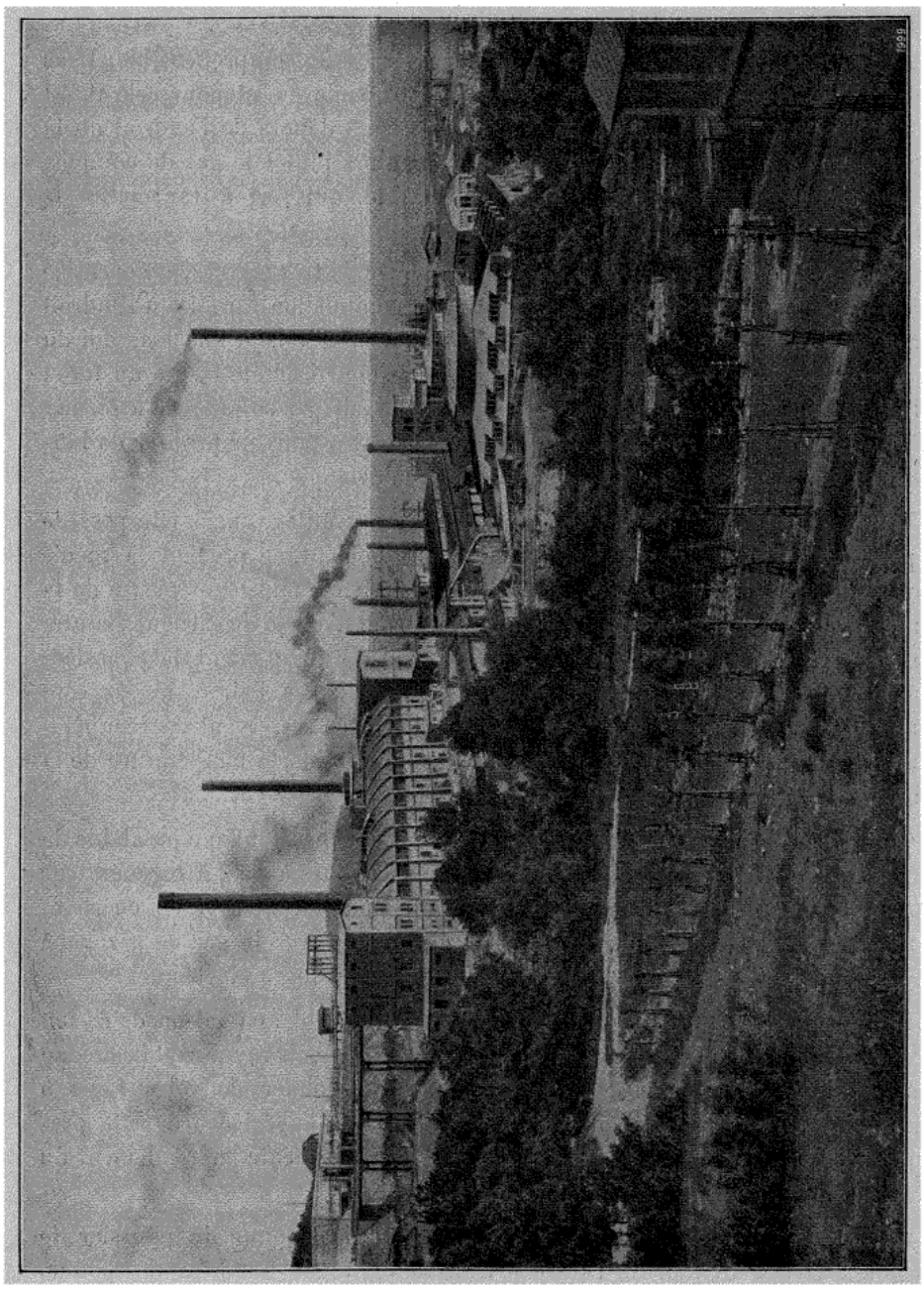


Fig. 35. — Usine de la Société pour la fabrication des ciments à la Mer Noire, à Novorossiisk (Russie). Traitement des matières premières dures en pâte épaisse, système F. L. Smidth et Cᵉ : 2 fours rotatifs de 2 × 2,4 × 43 m et 2 fours rotatifs de 2,4 × 2,7 × 63 m.

procédé, mais les résultats n'y répondirent nullement, et ce système, dans la plupart des installations, fut peu à peu abandonné.

En y réfléchissant, la raison de cet insuccès est assez compréhensible. Dans les chaudières il ne faut pas une température trop élevée et pour cela il est préférable de brûler le combustible sur un foyer en dehors de l'endroit où la transmission de la chaleur doit avoir lieu; c'est alors plutôt le gaz de combustion, moins chaud que la flamme proprement dite, qui sert à transmettre la chaleur.

Par contre, là où il faut arriver à des températures très élevées, par exemple 1 500° et au-dessus, il y a tout intérêt à faire la combustion initiale, à l'endroit même où la chaleur doit être utilisée, c'est pour cette raison que l'emploi du gaz de gazogène fut d'une importance si énorme pour la métallurgie du fer et de l'acier par l'adaptation du four Martin. On arrivait par ce procédé à former la flamme dans le laboratoire même du four et ainsi à pouvoir profiter de l'intensité de la chaleur au même instant où elle se développe.

La flamme du poussier de charbon a ce même avantage, mais elle possède un pouvoir calorifique supérieur. Ainsi, théoriquement, en prenant la même quantité de carbone pur à 8 080 calories, on arrive à une température de la flamme de 2 800°, si on brûle ce carbone sous forme d'oxyde de carbone ; contre une température de 3 600° de la flamme, si on brûle directement la poussière de charbon ; ceci en supposant que, dans les deux cas, l'air et le gaz sont préalablement chauffés à 1 000°, comme c'est le cas en se servant de récupérateurs; si, au contraire, le gaz et l'air sont introduits froids, la température de la flamme sera respectivement de 1 900° et de 2 700°.

On arrive ainsi, avec le poussier de charbon et *sans* chauffage préalable de l'air, presque à la même température que dans les fours à gaz, à régénérateur et si, par contre, on chauffe préalablement l'air pour le poussier de charbon, on pourra atteindre des températures plus élevées qu'avec le gaz de gazogène et se rapprochant des températures obtenues dans les fours électriques.

Pratiquement la différence est encore plus considérable, en raison de ce fait que la flamme de poussier de charbon possède un pouvoir rayonnant beaucoup plus grand que la flamme de gaz ; aussi peut-on donner dans les fours à flamme de poussier de charbon une vitesse 3 à 5 fois supérieure à celle pratiquée avec la flamme de gaz; c'est dire que l'on augmente le rendement du four dans les mêmes proportions.

Sans être prophète, on peut donc prédire que la flamme de poussier de charbon arrivera un jour ou l'autre à transformer aussi, sur bien des points, l'industrie du fer et de l'acier, mais peut-être l'impulsion ne se fera sentir que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsque la métallurgie électrique aura fait assez de progrès pour faire une concurrence sérieuse à l'industrie actuelle.

Par contre, on pourrait se demander si l'emploi du gaz de gazogène a donné des résultats pour la cuisson du ciment dans les fours rotatifs et à cette question il faut faire une réponse négative.

Ainsi, par exemple, en Amérique, la statistique industrielle indique, pour

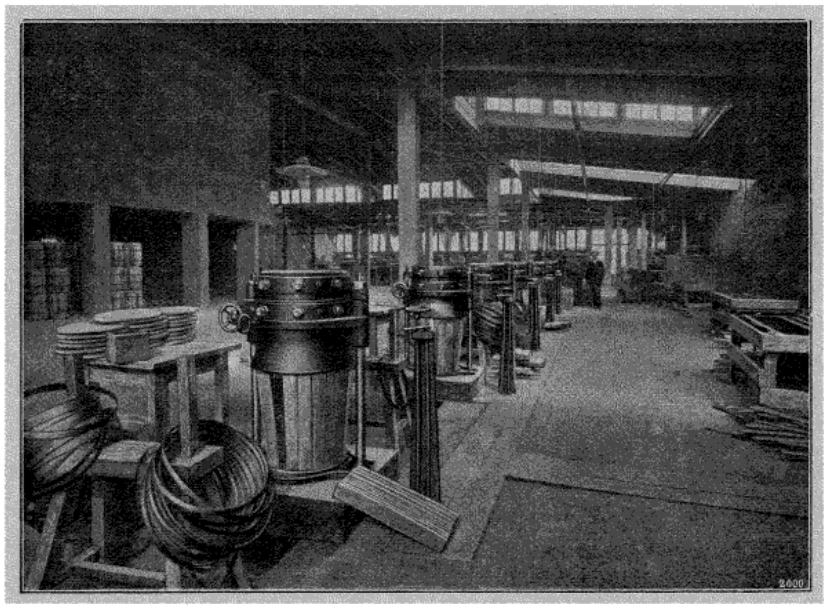


Fig. 26. — Silo de l'usine de la Société pour la fabrication des ciments à la Mer Noire, à Novorossiisk (Russie), avec embarillage à l'aide d'*exilors* et tonnellerie système F. L. Smidth, avec huit cloches hydrauliques Sharrocks pour la compression des barils et la fixation automatique des cercles.

l'année 1911, comme système de chauffage des 115 usines à ciment possédant 916 fours rotatifs : 87 usines employant le poussier de charbon; 19 usines employant le pétrole; 9 usines employant le gaz naturel; tandis qu'une seule usine qui travaillait encore l'année précédente avec des gazogènes est arrêtée.

En dehors des questions de broyage, de mélange et de cuisson que j'ai à présent traitées en détail, les usines à ciment comportent les différents appareils de transport qui certainement présentent aussi beaucoup d'intérêt, mais ces appareils ne sont pas spéciaux à la fabrication du ciment, et je ne voudrais pas abuser de votre temps pour aborder cette question.

Cependant, il y a un nouvel appareil dont je voudrais vous montrer une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vue : c'est un ensacheur automatique qui travaille par le vide. Il s'est répandu bien vite et beaucoup d'inspecteurs de fabriques le préconisent parce qu'il évite toutes les poussières dangereuses qui, jusqu'à présent, étaient un des grands inconvénients de l'ensachage du ciment.

Voilà cet appareil appelé *exilor* (fig. 22) qui fut inventé par un de nos ingénieurs, M. Fasting, qui est, du reste, le même ingénieur qui inventa les tamis si intéressants qui se trouvent autour du kominor.

Le sac qu'on veut remplir est suspendu dans une boîte dans laquelle on fait le vide, qui se transmet à travers la toile du sac et les tuyaux qui font communiquer l'appareil avec l'intérieur des silos. Le ciment, comme un flot d'eau, est aspiré et remplit le sac. Une fois que le poids voulu est obtenu, le sac étant suspendu sur un fléau de balance coupe automatiquement le vide et laisse rentrer l'air atmosphérique. On peut alors ouvrir la porte, sortir le sac, pendant que la boîte jumelle se met en fonctionnement.

Vous trouverez également disposés ici, une série d'appareils tels qu'ils servent dans les laboratoires pour examiner les qualités du ciment, mais le temps me manque pour entrer dans leur description. Par contre, je voudrais vous montrer encore quelques vues de différentes usines dont vous avez aussi les échantillons ici.

J'espère, Messieurs, que vous avez pu vous rendre compte, par les documents que je vous ai soumis, que la fabrication moderne du ciment Portland a fait *bonne œuvre sociale*, car elle est arrivée à fabriquer ce produit, aujourd'hui de toute première nécessité, à un prix *beaucoup plus réduit* et d'une *qualité bien supérieure* à celle d'autrefois, et cela en demandant à l'ouvrier manuel un travail *peu pénible et nullement malsain*.

M. Davidsen,

Ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique de Copenhague.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON
Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Notes de géochimie. — Action de la lumière sur les mélanges gazeux. — Les industries de la Roumanie.

Produits minéraux. — Sur l'épuration des eaux dures. — Point de fusion de quelques oxydes réfractaires. — Sur le calomel.

Métaux et Métallurgie. — Préparation des métaux purs. — L'oxydation des métaux pour caractères d'imprimerie. — Sur le raffinage du cuivre noir. — Les sources de radium aux États-Unis.

Combustibles, Chauffage, Éclairage. — Les accidents dans les divers modes d'éclairage. — L'équilibre du gaz à l'eau dans les flammes d'hydrocarbures.

Résines. — Absorption des gaz par le celluloïde.

Notes de géochimie. — En quelle proportion les éléments métalliques entrent-ils dans la composition de la terre? MM. F. W. CLARKE et G. STEIGER (United States Geological Survey), viennent d'apporter à cette division de la géochimie une contribution intéressante que l'on trouvera dans le *Journal of the Washington Academy of Sciences* (février 1914). Leur travail se limite naturellement à la région des États-Unis.

D'ailleurs, depuis une vingtaine d'années, le laboratoire du Geological Survey a publié un certain nombre de travaux sur ce sujet, mais ils se bornaient à l'examen de la croûte terrestre. L'estimation portait sur les éléments communs et sur plusieurs éléments de moindre importance, tels que le baryum, le strontium, le nickel, le chrome, le vanadium, le zirconium. On consultera, entre autres documents, les *Bulletins* du *Geological Survey* nos 419 et 491, et une étude publiée dans les *Proceedings of the American philosophical Society* (t. 51, p. 214).

La proportion des métaux plus communs, tels que le cuivre, le plomb, le zinc, l'arsenic, n'a pas suscité de recherches aussi précises, bien que Vogt (*Zeitschrift für praktische Geologie*, 1898, p. 225, 314, 377 et 413; 1899, p. 10 et 264), et Kemp (*Econ. Geol.*, t. I, p. 207) aient fait des essais concernant la fréquence de leur présence dans la terre.

MM. Clarke et Steiger ont prélevé, par groupe de roches, un grand nombre d'échantillons; leur mélange a fourni un échantillon moyen, dont ils ont fait l'analyse pour obtenir une proportion moyenne de chacun des métaux envisagés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Furent ainsi analysés :

A. 51 échantillons d'argiles rouges océaniques, recueillies dans diverses régions des océans, lors de l'expédition du *Challenger ;*

B. 52 échantillons d'argiles recueillies dans les grandes profondeurs des océans, entre 250 et 4 000 m ;

C. 235 échantillons d'alluvion du delta du Mississipi ;

D. 329 échantillons de roches ignées de l'Amérique.

Analyse de l'alluvion du Mississipi.

SiO^2	69,96	Cl	0,50
Al^2O^3	10,52	Fl	0,07
Fe^2O^3	3,47	Cr^2O^3	0,04
MgO	1,44	V^2O^3	0,02
CaO	2,17	NiO	0,017
Na^2O	1,51	MnO	0,06
K^2O	2,30	BaO	0,08
H^2O-	3,78	SrO	trace.
H^2O+	1,96	CuO	0,0043
TiO^2	0,54	ZnO	0,0010
ZrO^2	0,05	As^2O^5	0,0004
CO^2	1,40	PbO	0,0002
P^2O^5	0,18	Matière organique	0,66
SO^3	0,03		100,6229
S	0,07		

Résultats des quatre séries d'analyses pour Ni, As, Pb, Cu *et* Zn.

	A.	B.	C.	D.	Moyennes.
NiO	0,0320	0,0630	0,0170	0,00655	0,0296
As^2O^5	0,0010	Trace.	0,0004	0,00074	0,0005
PbO	0,0073	0,0004	0,0002	0,00081	0,0022
CuO	0,0200	0,0160	0,0043	0,01167	0,0130
ZnO	0,0052	0,0070	0,0010	0,00638	0,0049

Ces nombres sont corroborés par ceux d'autres observateurs. Dans une série de 36 roches ignées et métamorphiques de la Guinée anglaise, Harrison a trouvé un pourcentage moyen de 0,025 de cuivre. La proportion maximum de plomb a été de 0,02 p. 100. Dans un basalte de la Colombie, Wels a trouvé 0,034 de cuivre ; Jensen a trouvé la même proportion dans une andésite de Fiji. Sur 18 échantillons de porphyres du Colorado, Hillebrand a déterminé 0,002 p. 100 en PbO ; un porphyre lui a fourni 0,008 de ZnO et un rhyolite 0,0043 p. 100.

Des granites, des porphyres, des diabases du bassin du Missouri ont donné à Robertson 0,004 de Pb ; 0,009 de Zn ; 0,006 de Cu. Les calcaires adjacents, dans l'archéen, ont donné des proportions un peu plus faibles.

Dans des roches ignées adjacentes à des mines de plomb, en Grande-Bretagne, Finlayson a déterminé 0,0032 p. 100 de Pb et 0,028 de Zn.

Dans des dolomites de l'Iowa, Weems a déterminé 0,00326 de Pb et 0,00029 de Zn.

Un grand nombre d'autres exemples pourraient être cités. On trouvera des indica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions bibliographiques à ce sujet dans le bulletin n° 491, United States Geological Survey : *Data of Geochemistry*.

Les métaux lourds sont donc disséminés et diffusés dans toute l'écorce terrestre, et généralement on peut y déterminer leur proportion. L'ordre d'abondance semble être le nickel, le cuivre, le zinc, le plomb, l'arsenic.

La proportion du zinc étant d'environ 0,005 p. 100 de ZnO ou 0,004 de Zn, il est possible d'en déduire la fréquence du cadmium, puisque les deux métaux sont toujours associés. 10 906 cargaisons de minerais de zinc ont donné à Waring un pourcentage moyen de 57,96 de Zn et 0,358 de Cd, soit 1 de cadmium pour 162 de zinc. D'après le Traité de minéralogie de Hintze, la proportion moyenne, déduite de 42 analyses de sphalérite, est de 1 à 163. Jensch a trouvé 1 à 277 pour 82 analyses de minerais d'Europe. La moyenne est de 1 à 201, en chiffres ronds 1 à 200. Le zinc est donc, dans la nature, 200 fois plus abondant que le cadmium ; si le pourcentage du zinc dans l'écorce terrestre est de 0,004 p. 100, celui du cadmium est de 0,00002.

De nombreuses déterminations, faites par le Geological Survey pour déterminer le pourcentage d'éléments de moindre importance, ont fourni les limites maximum et minimum qui suivent. 1 200 analyses ont ainsi été faites. Sur 793 analyses, la moyenne de BaO a été de 0,0104 p. 100.

Résultats d'analyses de roches.

	Nombre d'analyses.	Moyenne.
Ba O	793	0,086
Sr O	649	0,031
$Li^2 O$	581	0,008
Ni O	299	0,016
$Cr^2 O^3$	293	0,031
$V^2 O^3$	102	0,014
$Zr O^2$	372	0,013

Analyses d'échantillons moyens.

	A.	B.	C.
Ba O	0,17	0,05	0,08
Sr O	0,046	0,025	Trace
Ni O	0,032	0,065	0,017
$Cr^2 O^3$	0,01	0,044	0,01
$V^2 O^3$	0,028	0,028	0,02
$Zr O^2$	»	»	0,05

Action de la lumière sur les mélanges gazeux. — Dans une thèse fort intéressante que M. Paul Clausmann a soutenue récemment à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, devant une Commission formée de MM. Bouty, Haller et G. Urbain, le futur docteur a étudié l'action chimique de la lumière solaire sur quelques mélanges gazeux. Voici les conclusions de ce travail.

La lumière solaire, à la température ordinaire, n'a aucune action sur les mélanges gazeux suivants : hydrogène et oxygène ; oxyde de carbone et oxygène ; oxyde de carbone et hydrogène ; cyanogène et hydrogène ; éthylène et oxygène ; éthylène et hydrogène ; acétylène et oxygène ; acétylène et hydrogène, soit en présence, soit en l'absence d'humidité, et quel que soit le rapport des volumes des deux gaz considérés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De plus, pour l'hydrogène et l'oxygène, la présence d'un corps très avide d'eau (produit de la réaction $H^2 + O = H^2O$) tel que l'anhydride phosphorique, n'entraîne pas de commencement de réaction, même après trois années d'exposition à la lumière.

L'hydrogène et l'oxyde de carbone sont transformés en eau ou en acide carbonique par l'ozone; cette réaction est activée par la présence d'humidité et par la lumière qui détruit l'ozone, parce que l'hydrogène et l'oxyde de carbone ne se combinent qu'à l'atome d'oxygène libre naissant. M. Paul Clausmann a démontré que la vitesse d'oxydation des deux gaz est sensiblement la même que la vitesse de destruction spontanée de l'ozone; l'oxydation est donc indirecte.

L'anhydride sulfureux sec est décomposé à la lumière en soufre et anhydride sulfurique; et en présence d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, il ne se forme ni eau, ni acide hydrosulfureux, ni acide sulfhydrique, ni oxysulfure de carbone, ni acide carbonique. Cependant, si l'anhydride sulfurique se trouve en excès en présence d'oxyde de carbone, il y a production notable d'acide carbonique et d'anhydride sulfureux, aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière.

La combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène commence à 180° et elle devient explosive vers 840°.

L'oxyde de carbone et l'oxygène donnent déjà de l'acide carbonique à 193° (0,13 p. 100, Hétier); le mélange s'enflamme à 650°.

On obtient de l'acide cyanhydrique en chauffant, dans un tube à 500°-550°, le cyanogène et l'hydrogène.

L'acétylène et l'hydrogène, à température élevée, donnent une petite quantité d'éthylène accompagné des produits de polymérisation de l'acétylène.

De même au rouge naissant, l'éthylène fournit en présence d'hydrogène de l'hydrure d'éthylène.

L'anhydride sulfureux se dédouble au rouge en soufre et anhydride sulfurique. A cette température, il est aussi réduit par l'hydrogène et l'oxyde de carbone.

On voit donc qu'il n'existe aucune relation entre les réactions provoquées par la chaleur et celles déterminées par la lumière solaire.

Les mélanges d'hydrogène ou d'oxyde de carbone et d'oxygène, donnant lieu à un commencement de combinaison à une température relativement basse, sont, au contraire, stables à la lumière solaire, même après plusieurs années. Il en est de même des mélanges de cyanogène et d'hydrogène et des mélanges d'acétylène ou d'éthylène avec l'hydrogène ou l'oxygène.

L'anhydride sulfureux est décomposable sous l'influence de la chaleur comme sous l'influence de la lumière.

La combinaison directe du phosphore et de l'hydrogène n'est déterminée ni par la chaleur ni par la lumière.

Les industries de la Roumanie. — La Roumanie a pris une telle place dans l'essor des nations balkaniques, l'âme roumaine vibre tellement à l'unisson de l'âme française, qu'il est intéressant de jeter un coup d'œil sur ce que sont et ce que peuvent devenir ses industries minières, métallurgiques, chimiques, etc. Nous le faisons d'après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un rapport de M. H. LEFEUVRE-MÉAULLE, attaché commercial de France en Orient.

La Roumanie est un pays agricole. Sur une superficie totale de 13 072 000 ha, la surface cultivée a passé, en cinquante ans, de 3 000 000 à 6 000 000 ha. Les cultures du blé ont triplé; celles du maïs ont doublé; celle de la navette a augmenté 29 fois.

L'industrie ne date que d'une quarantaine d'années, de l'indépendance politique. Elle a été favorisée par les lois les plus libérales, qui ont encouragé, de 1887 à 1911, 769 fabriques, jusqu'à ce qu'elles soient entrées dans la période de plein développement. En 1902, la Roumanie comptait 625 établissements de grande industrie; il en existe maintenant 1 202.

1° *Pétroles.* — La production pétrolière, qui ne dépassait pas 275 t en 1857, atteignit 46 000 t en 1880, 53 300 en 1890, pour monter à 247 184 t en 1900-1901, 1 325 743 en 1910-1911, et 1 707 361 t en 1912. La production mondiale de 1912 est de 47 100 000 t. La part de la Roumanie équivaut à 3,60 p. 100. La valeur de la production de pétroles bruts, depuis l'origine, est estimée à 450 000 000 f. L'extraction moyenne journalière est aujourd'hui de 550 wagons.

L'exploitation du pétrole roumain et sa conversion en produits raffinés et en sous-produits ont donné lieu à la constitution de 69 sociétés par actions, jusqu'à fin 1912. Le capital qu'elles représentent est de 473 847 000 f. Les principales sont données dans le relevé suivant, pour 1912 :

Noms des Sociétés.	Production (p. 100).	Taux des bénéfices.	
Steana romana	26,2	8,5	
Astra romana	19,7	4,2	
Romana americana	13,8	4,4	
Vega	12	12,4	Moyenne : 8,1
Aquila franco-romana	8	6,0	
Orion	6,1	8,8	
64 autres Sociétés	14,2	1,7	

Un Institut international du Pétrole vient d'être fondé à Bucarest, à l'instigation de M. Xénopol, ministre de l'Industrie et du Commerce. Une lutte d'accaparement s'est livrée entre le groupe américain de la Standard Oil et le groupe allemand de la Disconto Gesellschaft pour obtenir la concession de la totalité des terres pétrolifères appartenant à l'État.

2° *Charbon.* — On a extrait 242 000 t de charbon et environ autant de lignite. On estime que les mines actuelles sont susceptibles de servir une extraction d'une dizaine d'années. La réserve probable est environ 150 fois plus grande.

3° *Gaz naturels.* — La captation des gaz naturels se poursuit régulièrement depuis 1907; elle a fourni, en 1912, 69 945 000 m³ d'une valeur de 1 189 000 f. En Amérique, la valeur des gaz captés en 1909 dépassait 350 000 000 f.

4° *Mines de sel.* — La production a été de 115 250 t. Le sel est de qualité supérieure; il contient 99,923 p. 100 de chlorure de sodium. La réserve est évaluée à 600 000 000 t.

5° *Sucreries.* — Les premiers essais de production sucrière remontent à 1873. L'industrie a été protégée par toute une succession de lois.

Sur une production mondiale, en 1911-1912, de 41 009 360 t de betteraves et de 6 850 730 t de sucre fabriqué, la production de la Roumanie ne dépasse pas 220 000 t de sucre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° *Alcools.* — La Roumanie possède 17 brasseries, qui utilisent l'orge et le houblon indigènes. Les eaux-de-vie ont diminué.

7° *Industries du bois.* — En dehors des scieries et des ateliers de menuiserie, il y a 2 fabriques de pâte à papier et 2 distilleries d'alcool de bois.

8° *Industrie métallurgique.* — L'absence de minerais de fer et de charbon fait que cette industrie est peu développée.

9° *Industrie textile.* — La fabrication n'a abordé que les tissus communs de coton et chanvre. La valeur de production ne dépasse pas 4 000 000 f, alors que la Roumanie importe pour 95 000 000 f.

8 fabriques de draps produisent pour 6 000 000 f. L'importation vaut 36 000 000 f.

Il y a en outre 8 fabriques de cordages.

10° *Tanneries.* — La guerre douanière entre la Roumanie et l'Autriche-Hongrie a favorisé le développement de cette industrie. Il existe 27 tanneries. Mais les peaux bonnes manquent.

11° *Verrerie.* — Elle est encore à ses débuts, avec 9 établissements. La matière première et la main-d'œuvre manquent.

12° *Papeterie.* — 5 fabriques se sont assuré les commandes de l'État.

13° *Huiles.* — Il y a 5 fabriques.

14° *Acide sulfurique.* — 2 fabriques, dépassant 20 t par jour, fournissent cet acide aux raffineries de pétrole. Mais l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie importent 6 000 t.

15° *Minoteries.* — Il y a 114 moulins, produisant 3 000 t de farine. La minoterie souffre de surproduction.

16° *Conserves.* — Enfin 8 fabriques de conserves de viandes et de légumes produisent pour 2 000 000 f.

Un régime de haute protection cuirasse l'industrie contre presque toutes les importations. Mais les capitaux et la main-d'œuvre étrangers sont très prédominants dans l'industrie. L'agriculture manque de moyens financiers.

En ce qui concerne le commerce, la Roumanie importe 465 100 000 f, surtout des confections (120 000 000 f), des métaux (98 971 773 f), des tissus végétaux (66 185 245 f), des lainages (36 245 679 f), des machines (39 219 229 f), des peaux (14 919 473 f).

Les apports de la France sont : pour les métaux 1 700 000 f, pour les machines 400 000 f, pour les tissus végétaux 1 700 000 f, pour les lainages 1 700 000 f, pour les confections 2 680 000 f, pour les peaux 930 000 f.

Les exportations (691 200 000 f en 1911-1912) sont principalement : les céréales, blés et maïs (557 700 000 f), les pétroles (40 700 000 f), les légumes (35 200 000 f), les bois (25 700 000 f). La France a acheté 27 978 000 f de céréales, 13 105 000 f de pétroles (benzène distillé, résidus), 382 000 f de légumes, 1 190 000 f de bois.

« Nulle part, peut-être, plus qu'en Roumanie, conclut le rapport, nous n'avons gâché inconsidérément tous les atouts que nous avions en mains pour affermir notre influence économique et intellectuelle.

« En 1865, les études du Lycée de Yassi étaient faites en français. L'Université roumaine, par sympathie d'origines communes, entendait infuser le génie latin aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jeunes générations. Le roumain ne figurant pas sur les programmes, disait le docteur Istrati, maire de Bucarest, nous n'apprenions pas le roumain... Et la génération du docteur Istrati apprenait le français. Aujourd'hui, l'influence allemande prédomine; la méthode allemande ouvre ses voies...

« M. Paul Parsy, correspondant d'un grand quotidien français, rappelle qu'il y a 30 ans, les Français vendaient aux Roumains pour 35 000 000 f de produits et les Allemands pour 7 000 000 f.

« Actuellement, les Français livrent aux Roumains pour 25 millions de produits et les Allemands pour 138,75 millions.

« Il y a 30 ans, Jassy comptait 22 magasins français ; aujourd'hui, il en reste 1.

« En 1908, lorsque les Roumains commencèrent à utiliser l'automobile, ils réservèrent à la fabrication française les 2/3 de leurs commandes. Aujourd'hui voici la répartition des commandes roumaines : 30 voitures allemandes, 25 italiennes, 10 de diverses origines, puis les voitures françaises. »

Parmi les causes de cet état de choses, citons les conditions de vente qui, à 6 mois de date, sont l'habitude en Roumanie. Le commerçant allemand trouve toujours dans son pays une banque qui le lui escompte; en France, le papier étranger, même à court terme, est repoussé des guichets d'escompte.

La fabrication française s'en tient aux mêmes modèles pendant des périodes de temps considérables. Les prix français sont élevés. La publicité est nulle.

Les dames-jeannes utilisées en Roumanie étaient autrefois presque toutes de fabrication française; mais la concurrence hollandaise a pris une très grande force depuis ces dernières années. Tandis que nous continuons à livrer f.o.b Marseille, les Hollandais livrent c.a.f Galatz, au même prix.

Ajoutons le manque d'informations sur les besoins du marché et notre ignorance des dates d'adjudication. C'est ainsi que le capitaine Pichon, attaché militaire en Roumanie, dit: « Il y a eu de formidables commandes faites sans que j'aie eu une seule offre française. »

Sur l'épuration des eaux dures. — Est-il préférable d'adoucir une eau avec de la chaux pure ou avec un mélange de chaux et de magnésie? C'est-à-dire laquelle vaut-il mieux choisir, d'une chaux provenant de la calcination de pierres simplement calcaires, ou d'une chaux provenant de pierres calcico-magnésiennes? Les maçons préfèrent la dernière, parce qu'elle possède une plasticité plus douce.

MM. Bartow et C. Scholl (*J. of industrial and engineering Chemistry*, 1914, p. 189) n'ont trouvé qu'un nombre restreint de documents sur cette question. Le *Journal of the Society of chemical Industry* (t. 1, p. 176) a mentionné, pour l'épuration des eaux calcaires, un filtre en sciure de bois imprégné de magnésie. M. W. F. Monfort (*Engineering News*, t. 68, p. 889) est d'avis que l'oxyde de calcium CaO est seul efficace dans la chaux commerciale.

Les expérimentateurs ont trouvé que le magnésium ne remplace le calcium des eaux dures que jusqu'à ce qu'un minimum de carbonate de calcium soit atteint. Le magnésium réagit aussi avec le carbonate acide de magnésium pour former du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carbonate neutre. Si on ajoute de la chaux, tout le magnésium se précipite alors à l'état d'hydroxyde. En somme, le magnésium est sans valeur pour adoucir les eaux, et il a l'inconvénient d'augmenter la proportion des boues.

Points de fusion de quelques oxydes réfractaires. — Un mémoire formant le n° 10 des *Technical Papers* du Bureau of Standards (1912) a présenté, à propos des points de fusion des substances réfractaires que l'on trouve dans le commerce, les résultats obtenus pour la magnésie, la chaux, l'alumine et l'oxyde de chrome. M. C. KANOLT décrit dans une communication du Bureau of Standards les détails de la détermination précise des points de fusion de plusieurs oxydes réfractaires.

Le four utilisé fut un four Arsem à résistance de graphite, à vide qui empêche l'oxydation et la production de fumées (*Journal of the American chemical Society*, 1906, t. 28, p. 921. Cf *Transactions of the American electrochemical Society*, 1906, t. 9, p. 153).

Les températures étaient mesurées au moyen d'un pyromètre optique Morse du type Holborn-Kurlbaum (Holborn and Kurlbaum : *Sitzber. d. k. Wissensch. zu Berlin*, June 13, p. 712, 1901 ; *Ann. der Physik*, 10, p. 225, 1902. Waidner and Burgess : *B. S.* Reprint No. 11, 1904. Mendenhall : *Phys. Rev.*, 33, p. 74, 1911. Henning : *Z. für Instrumentenkunde*, 30, p. 61, 1910). Le courant de la lampe du pyromètre était mesuré au moyen d'un milliampèremètre Siemens et Halske; cet instrument avait été gradué plusieurs fois, et son coefficient personnel pris à compte. Ses lectures étaient certainement exactes à 0,001 ampère, et probablement à 0,0005. Les lampes du pyromètre avaient été graduées sur les points de fusion de l'antimoine (630°), de l'eutectique cuivre-argent (779°), de l'argent (960°,5), du cuivre (1 083°), de la diopside (1 391°).

La relation entre le courant de la lampe du pyromètre et la température était exprimée par une équation de la forme $C = a + bt + ct^2$, qui était exactement vérifiée pour les cinq points de la graduation. Comme les températures à observer étaient très supérieures à la limite de travail des lampes du pyromètre, il était nécessaire d'interposer des verres d'absorption entre le pyromètre et le four. La loi des radiations de Vienne donne la relation suivante entre les températures absolues T_1 observées sans lame de verre et les températures apparentes T_2 observées avec interposition de verres : $\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} = A$, où A est une constante pour chaque lumière monochromatique.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Le point de fusion du platine a été trouvé 1 755°, qui est celui déjà fixé par le Bureau of Standards.

Le point de fusion de la magnésie, sans trace de chaux, a été trouvé 2 800°. La détermination fut faite en creuset de tungstène, pour éviter toute formation de carbure. Celui de la chaux 2 520°. Celui de l'alumine 2 050°. Celui de l'oxyde de chrome 1 990°.

Les déterminations antérieures avaient donné pour la magnésie : 2 250°, Hempel (*Ber. inter. Kongress. angew. Chemie*, 1, p. 715; 1903). — 1 910°, Goodwin and Malley (*Phys. Rev.*, 23, p. 22; 1906). — 2 000° Lampen (*J. Am. Chem. Soc.*, 28, p. 846; 1906). —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 980°-2 023°, Mendenhall and Ingersoll (*Phys. Rev.*, 25, p. 1 ; 1907). — Au-dessus de 2 500°, Ruff (*Z. für anorg. Chemie*, 82. p. 373 ; 1913).

Pour la chaux : 1 900° Hempel (*Ber. inter. Kongress. angew. Chemie*, 1, p. 715 ; 1903). — Au-dessus de 2 450°, Ruff (*Z. für anorg. Chemie*, 82, p. 373 ; 1913).

Pour l'alumine : 1 800°, Hempel (*Ber. inter. Kongress. angew. Chemie*, 1, p. 715 ; 1903). — 2 050° à 2 100°, Saunders (*Trans. Am. Electrochem. Soc.*, 19, p. 333 ; 1911). — 2 010°, Ruff (*Z. für anorg. Chemie*, 82, p. 373 ; 1913).

Pour l'oxyde de chrome : 2 060° à 2 080°, Ruff (*Z. für anorg. Chemie*, 82, p. 373 ; (1913).

Sur le calomel. — Pendant longtemps, lorsqu'on ordonnait le calomel à titre de substituant, ou de laxatif pour enfant, le médecin recommandait de prendre de grands soins à ne pas absorber auparavant, et même longtemps après, des aliments salés, crainte que le calomel ne se transformât en sublimé au contact du sel. Mais cette transformation, remarque M. J. Patein dans le *Journal de Pharmacie*, n'est plus admise par la plupart des chimistes. Déjà en juin 1890, le professeur Paul Adam, d'Alfort, exposait à la Société de Thérapeutique qu'il avait fait prendre à des chiens du calomel mélangé de sel, sans que ces chiens en fussent incommodés. Une thèse du Dr Mougin (Paris, 1897) sur le calomel en thérapeutique renferme des résultats identiques.

Le Dr H. Zilgren, de Nancy, a conclu de recherches récentes (1913) que les chlorures tout formés n'ont aucune influence sur le calomel ; ce sont les sels ammoniacaux à l'état naissant qui agissent, et même d'une façon instantanée.

L'acide chlorhydrique, seul, n'attaque pas le calomel ; en présence de l'oxygène, il se forme des traces de sel mercurique. Les chlorures alcalins peuvent aussi en donner des traces impondérables.

Pratiquement le calomel n'est pas transformé par les chlorures et lactates alcalins préformés ou prenant naissance par l'addition d'un alcali à un milieu acide tant que l'alcalinité n'est pas atteinte. Ce n'est qu'alors que la décompositiou se produit, en donnant des corps dont les uns sont solubles dans l'eau, les autres seulement dans l'acide chlorhydrique étendu.

Le chlorure de sodium protège le calomel contre l'action décomposante du carbonate de soude ; dès que le taux de chlorure de sodium est insuffisant, la décomposition se produit.

Des animaux qui ont ingéré un mélange de calomel et de chlorure de sodium ont été purgés normalement sans présenter aucun symptôme d'intoxication.

L'action purgative du calomel ne saurait être attribuée à une décomposition partielle dans l'estomac. En administrant à des malades le calomel en globules à enveloppe de gluten inattaquable par le suc gastrique, on a obtenu l'effet purgatif sur lequel on pouvait compter.

Préparation des métaux purs. — Dans une note présentée à l'*Académie des Sciences* (23 février 1914. Voir *Comptes Rendus*, p. 578), M. Maurice Billy constate que l'on peut préparer des métaux réfractaires en réduisant leurs chlorures par l'hydrogène ou par le sodium. Mais la haute température exigée quand on emploie l'hydrogène,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la grande difficulté d'employer du sodium sans oxydation et l'attaque des appareils introduisent des impuretés dans le métal.

Aussi, pour préparer le métal le plus réfractaire, le titane, on s'est arrêté à la méthode de Petterson et Nilson, améliorée récemment par Hunter (Nilson et Petterson : *Annalen Ph. Chem. Pogg.*, 2e série, t. IV, 1878, p. 566. Hunter : *Am. Chem. Soc.*, t. XXXII, 1910, p. 330), et qui consiste à chauffer au rouge sombre du chlorure de titane liquide, en présence de sodium, dans une bombe en acier, vissée et serrée; la réaction est d'une extrême violence. Le métal obtenu est presque pur.

Il ne semble pas qu'on ait cherché particulièrement l'absence totale de fer, qui à vrai dire en petite quantité ne gêne nullement dans la plupart des expériences; il n'en est pas de même pour les études de perméabilité magnétique, où une trace de fer est très perturbatrice. Aussi dans le but d'obtenir des métaux parfaitement exempts de fer, de silicium, d'oxygène, M. Maurice Billy a pensé que l'hydrure de sodium (Moissan : *Comptes Rendus*, t. 134, 1902, p. 18, et t. 136, 1903, p. 591) pourrait provoquer la réduction complète des chlorures au voisinage de 400° (température de formation) et éviterait l'introduction de tout élément étranger. C'est ce que l'expérience lui a confirmé. $TiCl^4 + 4NaH = Ti + 4NaCl + 4H$.

Pour réaliser cette préparation avec la moindre difficulté possible, il a construit un appareil tout en verre de Thuringe.

On peut donc considérer que la réduction des chlorures métalliques par l'hydrure de sodium constitue une méthode générale pour la préparation des métaux purs, tels que la physico-chimie les exige aujourd'hui.

L'oxydation des métaux pour caractères typographiques. — Il n'existe qu'un nombre bien restreint de documents sur l'oxydation des métaux pour caractères de typographie. MM. R. Meyer et S. Schuster du Laboratoire de chimie de l'École technique supérieure de Braunschweig (voir *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1914, p. 191) citent une analyse de F. Heeren (*Mitteilungen Hannov. Gewerbevereins*, 1835, p. 235) où l'auteur donne pour la composition des caractères de typographie :

1° Résistants :

Plomb 82,4; Antimoine 17,2; traces d'arsenic, de cuivre et de fer;

2° Oxydables :

Plomb 83; Antimoine 16,5; les mêmes traces.

F. Warrentrapp (*Dinglers polytechnisches Journal*, 1860, t. 158, p. 316) dit que la présence du zinc rend les caractères plus oxydables et moins régulièrement fusibles. Il attribue encore l'oxydabilité à un lavage incomplet à la suite du nettoyage avec le savon et au surchauffage lors de la fonte.

F. Warrentrapp (*Dinglers polytechnisches Journal*, 1864, t. 175, p. 38) donne la composition suivante pour trois alliages d'origine anglaise :

Plomb	55	61,3	69,2
Antimoine	22,7	18,8	19,5
Étain.	22,1	20,2	9,1
Cuivre			1,7

J. Moser a trouvé (*Wien. Akad. Ber.*, 1894, p. 85) pour la composition d'un bon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et d'un moins bon alliage : plomb 77,9; antimoine 22,88; — et plomb 89,8; antimoine 7,2.

Lassaigne (*Journal de Chimie et de Médecine*, t. 18, p. 73) donne l'analyse d'un alliage avec cuivre qui s'est montré excellent : plomb 50; cuivre 22,23; antimoine 27,7; traces de fer.

Le *Handwörterbuch der Chemie* donne comme composition des alliages pour métaux de typographie 16 à 20 parties d'antimoine et 84 à 80 parties de plomb. Les additions de cuivre et de nickel, que Besley a recommandées, ne se sont pas introduites d'une façon stable.

MM. R. Meyer et S. Schuster ont obtenu les résultats suivants pour des échantillons de diverses dates.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plomb	70,18	78,56	69,49	77,02	79,41	81,60	82,79	72,70	71,92	76,77
Antimoine . . .	22,87	19,97	23,29	22,79	18,76	17,93	16,71	21,55	22,01	22,43
Étain.	6,00	0,12	6,04	»	0,65	»	»	5,55	6,28	0,80
Arsenic.	0,23	0,48	0,14	0,13	0,20	0,09	0,08	0,13	0,16	0,20
Cuivre	0,24	0,30	0,44	Traces.	0,48	0,25	0,35	»	»	»
Nickel, cobalt .	0,21	0,32	0,23	»	0,20	»	»	»	»	Traces.
Fer.	Traces.	Traces.	Traces.	»	»	Traces.	Traces.	»	»	Traces.

De ces échantillons :

L'échantillon 1 est bien conservé; l'échantillon 2 est oxydé; l'échantillon 3 est bien conservé; l'échantillon 4 est oxydé, et même très fortement corrodé; l'échantillon 5 date de 60 ans; il est en bon état; l'échantillon 6 date de 75 ans; il est en bon état; l'échantillon 7 date aussi de 75 ans; il est en bon état; l'échantillon 8 est en bon état; l'échantillon 9 est en bon état; l'échantillon 10 date de 40 ans; il est en bon état.

D'après les résultats de ces analyses, la proportion du plomb varie entre 70 et 83 p. 100, et celle de l'antimoine entre 17 et 23 p. 100. L'étain montre de grandes variations, puisque sa proportion va de 0 à 6; l'on ne saisit pas son influence sur la résistance. De même pour l'arsenic, puisque l'échantillon 4 est mauvais alors que les trois échantillons 1, 5 et 10 sont bons, tous renfermant à peu près la même proportion d'arsenic.

Les échantillons 4 et 10 ont la même composition générale; le dernier est bon, l'autre ne l'est pas. La composition de l'alliage n'aurait-elle qu'une faible influence? Les auteurs semblent le croire, et ils attribuent plutôt les différences de résistance de corrosion à la nature de la surface. Leur mémoire se termine par une étude micrographique des alliages spéciaux pour caractères d'imprimerie.

Sur le raffinage du cuivre noir. — D'après un mémoire de M. H. Emrich (*Transactions of the American Institute of mining Engineers*, vol. 43, p. 446-464; discussion, p. 750-754).

Dans une grande raffinerie électrolytique de cuivre, M. Emrich avait à traiter des lots de cuivres très impurs provenant de mattes de fours à plomb. Des essais ont été faits pour les purifier, en les fondant pour former des anodes. Le four de raffinage était un four à réverbère ordinaire, à sole de magnésie, tenant 150 t.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La méthode de raffinage consistait à oxyder le cuivre et à enlever le plomb, l'arsenic et l'antimoine par un laitier à base d'oxyde de cuivre. L'oxydation se faisait en forçant de l'air dans le bain de métal par un tube de fer de 1,9 cm, à une pression de 1,05 kg cm².

Les charges observées étaient :

Charge A . .	165 167 kg tenant . . .	Cu 93,91	Pb 0,676	As 1,38	Sb 0,40
Charge B. . .	165 226 kg tenant . . .	91,1	1,27	1,37	0,42

Les scories ont donné pour les charges :

A	1re scorie . . .	Cu 44,2	Pb 8,9	As 2,3	Sb 3,3	Poids total. . .	2 249 kg.
	2e scorie . . .	38,7	10,2	2,3	3,5	— . . .	3 462 —
	3e scorie . . .	36,6	9,8	2,3	3,3	— . . .	1 984 —
B	1re scorie . . .	Cu 34,7	Pb 15,8	As 2,8	Sb 2,3	Poids total. . .	2 236 —
	2e scorie . . .	34,3	16,5	2,6	2,0	— . . .	2 813 —
	3e scorie . . .	34,8	16,1	2,3	2,0	— . . .	1 487 —
	4e scorie . . .	15,4	20,1	0,3	0,1	— . . .	875 —

Pour la quatrième scorie, on a ajouté 90 kg de chaux en vue d'épaissir la scorie. De plus, la scorie de A a donné à l'essai par tonne 0,107 once d'or et 34,2 onces d'argent. La scorie de B 0,11 once d'or et 29,2 onces d'argent. Dans l'opération A, on a enlevé dans la scorie 1,97 p. 100 du cuivre; 67,1 p. 100 du plomb; 7,7 p. 100 de l'arsenic et 39,6 de l'antimoine. Dans l'opération B, on a retiré dans la scorie 1,5 du cuivre, 58,8 du plomb, 7,6 de l'arsenic et 19,8 de l'antimoine.

Si l'on prend pour unité l'oxydation du cuivre, la rapidité d'oxydation des impuretés est représentée par les chiffres suivants :

		Plomb.	Arsenic.	Antimoine.
A	1re scorie. . . .	28,0	3,5	»
	2e scorie. . . .	36,6	4,0	»
	3e scorie. . . .	37,3	4,3	»
B	1re scorie. . . .	33,4	5,5	14,6
	2e scorie. . . .	35,4	5,2	12,9
	3e scorie. . . .	33,9	4,5	12,6
	4e scorie. . . .	95,6	1,4	1,5

Le cuivre coulé du four a donné :

	Au onces par tonne.	Ag onces par tonne.	Cu p. 100.	Pb p. 100.	As p. 100.	Sb p. 100.	Poids total. kg.
A. . . .	2,63	304,5	96,36	0,15	1,15	0,33	156 286
B. . . .	1,81	333,4	96,0	0,26	1,5	6,32	151 393

Des impuretés éliminées, il y a, dans l'opération A : Pb 11,850, As 12,70 partis dans la fumée ; et dans l'opération B : 26,8 p. 100 Pb, 61,2 As et 28,1 Sb.

La fumée dégagée est très abondante. Après l'enlèvement de la scorie, on procède à un perchage avant la coulée.

On pourrait augmenter l'affinage, mais cela n'offre pas d'intérêt lorsqu'il s'agit de produire des anodes pour le raffinage électrolytique.

Dans le raffinage électrolytique, l'auteur croit que la cause réelle de la présence d'impuretés qui diminuent la conductibilité du cuivre obtenu est l'arrivée vers la cathode de slimes insolubles dans l'électrolyte, et non le dépôt électrolytique d'impu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retés dissoutes dans le bain. Des expériences suivies l'ont amené aux conclusions suivantes :

Les impuretés du cuivre électrolytique fondu se trouvent à peu près entre elles dans les mêmes proportions que dans les slimes flottants.

La conductibilité du cuivre électrolytique obtenu avec des anodes assez pures dans un bain contenant jusqu'à 17 g d'arsenic par litre est égale à celle du cuivre obtenu d'anodes équivalentes dans un bain ne tenant que 8 g d'arsenic.

Le fil de cuivre électrolytique obtenu sans fusion avec des anodes en métal impur et plombeux présente sous recuit une conductibilité de plus de 99 p. 100 de l'étalon Mathiessen, et après fusion une conductibilité de moins de 95 p. 100.

Quand on traite par électrolyse du cuivre impur, tout le plomb, 26,7 p. 100 de l'arsenic, tout l'antimoine et tout le nickel sont dans les boues et slimes.

Les sources de radium aux États-Unis. — Il a été constitué aux États-Unis une commission officielle dans le dessein d'assurer les ressources désirables en radium et en substances radioactives. Le but est de nationaliser les gisements et de ne plus laisser sortir de minerai de radium.

La Commission a consacré plusieurs séances, en janvier 1914, à entendre tous les intéressés. Elle propose une réglementation qui monopolise en faveur du Gouvernement tous les gisements de radium ; le secrétaire de l'Intérieur fixerait tous les six mois le prix d'acquisition des minerais prospectés ou extraits.

Un rapport du Committee on Mines and Mining donne des détails intéressants à ce sujet. Le but de la réglementation proposée est de fournir aux praticiens américains les ressources en radium qui seraient nécessaires pour traiter les cancéreux. On sait que les cancers peu profonds sont curables par les émanations du radium. Or il y a aux États-Unis 200 000 cancéreux ; 75 000 morts sont attribuées chaque année au cancer, mais la totalité du radium disponible dans les hôpitaux n'excède pas 2 g.

Depuis trois ans, les États-Unis ont fourni en minerais deux à trois fois autant que le reste des autres productions, tandis que jusqu'au 1er janvier 1914, il n'a été produit en tout que 8 g de radium aux États-Unis ; la seule compagnie qui le produise et le vende a traité avec l'Europe pour presque toute sa production de 1914. Actuellement, il est impossible de se procurer du radium, quelque prix qu'on y mette ; et l'on ne peut s'en réserver qu'à des prix exagérés.

On connaît un certain nombre de gisements, mais toujours de petite importance. La région la plus riche est celle de la vallée de Paradox, au Colorado ; le minerai est la carnotite, et il renferme aussi de l'uranium et du vanadium. Il en existe aussi dans l'Utah. Les mines de Joachimsthal en Autriche ont été reprises par le gouvernement autrichien ; le minerai est la pitchblende, oxyde impur d'uranium. On trouve aussi de la pitchblende dans le comté de Gilpin, au Colorado.

On en a trouvé aussi dans le district riche en étain de la Cornouailles en Angleterre ; et c'est là que se fournissent une compagnie anglaise et une compagnie française.

Des gisements d'autunite existent aussi en Portugal et en Autriche ; ils permettent d'obtenir chaque année quelques centaines de milligrammes de radium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La carnotite est toujours le minerai le plus riche. En Autriche, il existe un gisement de classe inférieure, mêlé à de l'ilmnénite; l'on en extrait 100 à 200 mg de radium par mois. Un autre gisement a été trouvé à Ferghana, dans le Turkestan russe.

En réalité, aucun gisement n'existe tel qu'il puisse suffire aux demandes.

Les gisements les plus riches sont ceux de carnotite du Colorado et de l'Utah: on les a exploités d'une façon déplorable, puisque à chaque tonne de minerai extrait correspondent 4 tonnes de minerai gâché. Près d'un millier de concessions ont été demandées dans les deux États; sur ce millier, 150 peuvent être regardés comme pouvant être exploités, et 150 comme bons. Ces claims ont été, pour la plupart, achetés à prix peu élevé; les prospecteurs ont rarement obtenu plus de 50 à 200 dollars par claim. Les claims sont surtout sous le contrôle de la Standard Chemical Co de Pittsburgh (pour 170), de la General Vanadium Co de Liverpool (pour 58), de la Radium Co of America (pour 25), de Thomas F. Curran (pour 70), de O. B. Willmarth (pour 25), du National Radium Institute (pour 16).

La région où l'on trouve les gisements de carnotite est très grande; la carnotite s'y rencontre en poches, habituellement limitées. Pas de claim qui ait produit plus de 500 t de minerai marchand. Le plus grand nombre des poches n'en renferment qu'une cinquantaine. Ces poches sont d'ailleurs isolées, et l'on ne voit pas de veine.

Un grand nombre de claims ont gardé, sur le carreau, des minerais trop pauvres pour être vendus, mais on peut espérer que par concentration l'on arrivera à en tirer profit.

Les minerais de radium renferment habituellement une partie de radium pour 3 millions d'uranium. La carnotite a fourni, en 1912, 28,8 t d'oxyde d'uranium qui a été exporté en totalité; en conséquence, on a pu fabriquer 11,43 g de bromure de radium anhydre. En 1913, suivant le Geological Survey des États-Unis, les gisements ont donné 2 140 t de minerai, dont 1 198 ont été prises par les fabriques américaines et 942 ont été exportées; vu le coût du transport, ce sont seuls les minerais riches qui sont exportés; ils ont permis de fabriquer 7,5 g de bromure de radium anhydre, tandis que la partie non exportée, toute supérieure qu'elle est, n'a permis de fabriquer qu'une quantité inférieure.

Les gisements de carnotite de l'Ouest ont été décrits dans le Bulletin n° 70 du Bureau of Mines. Vu la demande, un minerai contenant 2 p. 100 d'oxyde d'uranium obtient facilement 80 dollars la tonne en gare de Placeville du Colorado.

Le rapport constate qu'une grande partie du minerai de radium extrait aux États-Unis a été envoyé au dehors, et des contrats assurent le même sort à une partie de celui qui sera extrait d'ici quelque temps.

Il en résulte, toujours d'après le rapport, que la médecine et la science étrangères ont des opportunités et des avantages, pour les recherches scientifiques et pour les traitements des maladies, dont la population américaine se trouve frustrée, à moins qu'elle ne se procure les produits radioactifs à des prix élevés. Les médecins des États-Unis ne possèdent pas aujourd'hui à eux tous 1 g de radium. En Europe, la situation est différente, et la demande de radium et de mésothorium pour le traitement des affections cancéreuses est aussi prononcée de la part des institutions officielles que de celle des particuliers.

Le gouvernement autrichien a dépensé 3 000 000 f pour acquérir les gisements de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minerais radifères; la Prusse a consacré 500 0000 f à acquérir 1 g de bromure de radium.

Le cancer, a-t-on dit, est la maladie du pauvre ; le radium est le remède du riche. Si les hôpitaux des États-Unis arrivaient à posséder 25 g de radium, à environ 600 000 f le g, ils pourraient sauver la vie de 15 000 malades sur les 75 000 qui meurent actuellement.

Au premier rang des instituts de radium existant aujourd'hui, il faut placer l'Institut du radium de l'Autriche, fondé grâce à une donation que le docteur Kuppelweiser a faite à l'Académie des Sciences de Vienne ; il possède l'une des réserves les plus importantes en sels purs de radium. A Paris, l'Institut du radium a été édifié par l'Université. L'Institut du radium de Londres a été fondé par sir Ernest Cassel et le vicomte Iveagh ; il étudie spécialement les applications thérapeutiques. Un Institut national du radium vient d'être fondé aux États-Unis.

Le Comité demande au Congrès 150 000 dollars pour une installation de traitement des minerais, et une somme annuelle de 300 000 dollars pour le traitement lui-même.

Les accidents dans les divers modes d'éclairage. — La *Revue des Éclairages* consacre un numéro entier, celui du 15 mars, à l'étude des accidents dus aux différents modes d'éclairage.

Tous les modes d'éclairage, depuis l'humble bougie jusqu'à l'électricité luxueuse, sont capables de causer des méfaits. Le gaz et l'électricité ont occasionné de réelles catastrophes ; le pétrole, l'alcool, l'essence développent un nombre très élevé d'accidents; l'acétylène a également un lourd passif.

Tous les éclairages ont leurs dangers.

L'électricité est une incendiaire. Lorsqu'elle trouve le moyen d'abréger son chemin en passant d'un fil à l'autre, lorsque ces fils sont trop rapprochés, ou insuffisamment isolés, ou qu'ils longent un corps bon conducteur : poutre, tuyau de plomb, tringle de rideau, etc., un *court-circuit* peut se produire, et il suffit que des matières combustibles se trouvent à proximité pour qu'un incendie éclate. Ce court-circuit peut naître si des infiltrations de liquide viennent compromettre l'isolement des conducteurs.

Le gaz de houille est, à l'occasion, un incendiaire, un explosif, un empoisonneur par son oxyde de carbone.

Le gaz à l'eau est encore plus toxique.

L'acétylène cause, lui aussi, des incendies et des explosions ; mais il est bien moins toxique.

Quant au pétrole, à l'alcool, à l'essence, ce sont les agents d'élairage qui causent le plus grand nombre de victimes par incendie ou par explosion.

Une statistique des accidents dus aux divers systèmes d'éclairage, pour la période du 26 décembre 1913 au 15 février 1914, donne les accidents suivants :

Le gaz a causé 57 accidents, avec 20 morts, 60 blessés et 16 incendies.

L'électricité a causé 54 accidents avec 6 morts, 14 blessés et 35 incendies.

L'acétylène a causé 9 accidents avec 14 blessés et 2 incendies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'essence a causé 99 accidents avec 37 morts, 53 blessés et 48 incendies.

Le pétrole a causé 43 accidents avec 12 morts, 16 blessés et 31 incendies.

L'alcool a causé 19 accidents avec 7 morts, 12 blessés et 18 incendies.

Au point de vue du nombre d'accidents, c'est l'essence qui en a occasionné le plus; puis viennent, par ordre décroissant, le gaz, l'électricité, le pétrole, l'alcool, l'acétylène.

Au point de vue du nombre des morts, l'ordre décroissant est : essence, gaz, pétrole, alcool, électricité, acétylène. Au point de vue du nombre des blessés : gaz, essence, pétrole, électricité, acétylène, alcool.

Enfin, au point de vue des incendies résultant des accidents, l'ordre est : essence, électricité, pétrole, gaz, alcool, acétylène.

L'équilibre du gaz à l'eau dans les flammes d'hydrocarbures. — Le gaz d'éclairage était autrefois uniquement le gaz obtenu par la distillation de la houille; mais il n'en est plus de même à présent. Le pouvoir éclairant donné par un bec papillon dépensant une certaine quantité de gaz à l'heure était la principale qualité exigée. A présent que l'emploi du gaz pour le chauffage domestique est de plus en plus répandu, que le bec papillon a été complètement abandonné et remplacé par les becs et manchons à incandescence, le pouvoir éclairant propre du gaz combustible devient peu important et son pouvoir calorifique seul est à considérer.

C'est ce qui a fait le succès du gaz à l'eau. Celui-ci est obtenu par l'action de la vapeur d'eau sur le charbon incandescent; il se compose d'hydrogène et d'oxyde de carbone, dont la combustion dégage beaucoup de chaleur, mais dont la flamme ne possède presque aucun pouvoir éclairant. De plus en plus, le gaz à l'eau est mélangé au gaz de distillation de la houille, et la Ville de Paris elle-même s'apprête à autoriser ce mélange, qui restreint notablement le coût du gaz final.

Comment se comportent ces mélanges de gaz combustibles? M. Andrew l'a étudié (*J. of the chemical Society*, London, 1914, p. 444).

Quand les gaz hydrocarburés, tels que le méthane, l'éthylène, l'acétylène sont enflammés avec certaines proportions d'oxygène, les gaz produits consistent en eau, hydrogène, oxyde de carbone et acide carbonique.

Les premières expériences de Bunsen (*Annalen*, 1853, t. 85, p. 137) sur le partage de l'oxygène entre l'hydrogène et l'oxyde de carbone, lorsqu'on fait exploser des mélanges contenant un excès de gaz combustible, manquent d'exactitude à cause de l'emploi de l'eudiomètre à eau.

H. B. Dixon (*Phil. Trans.*, 1884, t. 175, p. 617) a fait des recherches méthodiques sur la question. Il a indiqué les sources d'erreurs dans les expériences de Bunsen et il établit deux conditions essentielles pour la détermination exacte de l'état d'équilibre en présence ou en l'absence d'un gaz inerte; d'abord, la nécessité d'un chauffage préalable de l'eudiomètre afin d'éviter la condensation de la vapeur d'eau au début du refroidissement des gaz explosés; ensuite, la nécessité d'atteindre une certaine température de la flamme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, l'état d'équilibre de la réaction réversible $CO + H^2O \rightleftarrows CO^2 + H^2$ est défini par la formule

$$\frac{C' C''}{C''' C^{IV}} = 4$$

où C', C'', C''' et C^{IV} représentent les concentrations des quatre constituants, CO, H^2O, CO^2 et H^2.

Les essais de Hortsmann (*Annalen*, 1877, t. 190, p. 228 et *Berichte*, 1877, t. 10, p. 1626; 1879, t. 12, p. 64) soumis à l'analyse thermochimique par Hoitsema (*Zeitsch. physikalische Chemie*, 1898, t. 25, p. 695) ne sont donc pas exacts, puisque les conditions sus-indiquées ne sont pas remplies.

Smithells et Ingle (*Abstracts*, 1892, t. 61, p. 214) indiquent, dans leurs expériences sur la composition des gaz, que, dans le cône des flammes d'hydrocarbures, le rapport des produits des constituants $\frac{CO \times H^2O}{CO^2 \times H^2}$ diffère peu de 4.

De nouvelles recherches sur l'équilibre du gaz à l'eau ont été effectuées par Hahn (*Zeitsch. für physikal. Chemie*, 1903, t. 44, p. 510; 1904, t. 48, p. 735); il fait passer des mélanges de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'hydrogène sur du platine à des températures inférieures à 1 400°. Haber, Richardt et Allner (Haber : *Thermodynamics of technical Gas Reactions*, p. 142, 299, etc.) ont obtenu des chiffres pour l'équilibre jusqu'à 1 500° dans les flammes à l'air libre. Hahn déduit de ses recherches l'équation

$$\log K_t = -2252/T - 0{,}08463/\log T - 0{,}0002203/T + 2{,}5084$$

T étant la température absolue $T = t + 273$. On obtient ainsi pour K_t, t indiquant la température en centigrades :

$t° =$	1 005°	1 205°	1 405°	1 600°
$K_t =$	1,65	2,54	3,43	4,24

des valeurs qui s'accordent avec les résultats des essais de Haber, Richardt et Allner. Les essais faits pour déterminer la valeur de l'équilibre constant à toute température sont entachés d'inexactitude à cause de la réaction des gaz pendant le refroidissement. L'expérience montre que ces réactions peuvent se produire très rapidement, même à l'air libre, au-dessus de 1 600°.

Les expériences récentes de Andrew, que l'auteur fait précéder de l'exposé qui vient d'être rappelé, ont été faites sur des mélanges de gaz hydrocarbures et d'oxygène, CH^4 avec O^2 et 3/2 O^2, C^2H^6 avec 3/2 O^2 et 5/2 O^2, C^2H^4 avec 2 O^2. Pour chaque mélange, les expériences correspondent à différentes pressions initiales. Il n'y a jamais eu de dépôt de charbon. Dans quelques cas, on peut noter une faible réaction d'aldéhyde ; mais la proportion formée ne pouvait, en pratique, modifier les résultats.

Les expériences ont donné, pour le rapport $\frac{CO \times H^2O}{CO^2 \times H^2}$, une constante indépendante du mélange initial et de la pression avant l'inflammation du mélange. Ce rapport serait donc indépendant de la température maximum de la flamme. Ce rapport est à peu près égal à 4, comme Dixon l'avait trouvé.

L'état final d'équilibre constaté dans les expériences ne serait pas celui correspondant à la température maximum de la flamme, mais il caractériserait une température hypothétique correspondant à l'intégration des changements chimiques qui se font

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

durant la période de refroidissement rapide. Cette température de la réaction finale, d'après l'expérience et les mesures thermodynamiques, est comprise entre 1 500° et 1 600°.

Comme il n'y a pas eu de carbone déposé, et que la proportion de méthane dans les produits de la combustion a été en moyenne de 0,3 à 0,6 p. 100 et n'a jamais dépassé 1,05 p. 100, on ne peut rien conclure en ce qui concerne l'influence de ces corps sur l'équilibre des gaz à l'eau. Mais des expériences antérieures de Bone, Drugman et Andrew sur la combustion des mélanges $C^2H^6 + O^2, 3C^2H^4 + 2O^2$, dans diverses conditions avec dépôt de charbon et formation de méthane, permettent d'examiner ce point (*Ibidem*, 1906, t. 89, p. 1614).

Les proportions d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et d'eau dans les produits de la combustion incomplète correspondent à l'équilibre des gaz à l'eau, vers 1 600°, avec $K_t = 4$.

On peut tirer une conclusion analogue des résultats d'expériences faites sur un mélange $2\ C^2H^2 + O^2$, par Bone et Andrew (*Ibidem*, 1905, t. 87, p. 1241) ; elles ont donné un dépôt de charbon sans condensation visible de vapeur d'eau. En calculant les proportions avec $K = 4$, les résultats constatés s'accorderaient, si l'on suppose la présence, dans un mélange gazeux ayant 727 mm de pression, de vapeur d'eau à pression propre de 12 mm. Cette proportion ne donnerait pas de condensation visible à la température du laboratoire.

Absorption des gaz par le celluloïde. — M. Victor Lefèbure (*J. of chemical Society*, 1914, p. 328-337) rappelle qu'on a découvert par hasard que les films en celluloïde absorbent les gaz. L'absorption des gaz par les membranes a été très étudiée, mais le plus souvent par rapport à la diffusion à travers les membranes, ou en vue d'établir un parallèle avec l'action physiologique sur les organismes vivants (Hell et H. E. Ridewood, *Proc. physiol. Soc.*, 1899, 13-19).

Des expériences plus récentes ont cherché à déterminer la nature du phénomène et à le mesurer. Cependant, il y a doute encore sur deux points essentiels. D'abord, la nature de l'absorption dans chaque cas n'est pas bien établie. Ensuite, on ne sait pas si le même mécanisme existe pour tous les cas.

On ne peut faire les essais sur la première question sans avoir éclairci la seconde.

Le celluloïde offrant des avantages pour ces essais, des expériences purement qualitatives puis quantitatives ont été poursuivies par M. Lefèbure. Les dernières sont encore en cours.

Le celluloïde à essayer est placé dans un tube de verre relié au reste de l'appareil par un bouchon sur lequel on verse du mercure. L'appareil est disposé de façon à permettre d'y faire le vide au moyen d'une pompe à mercure, puis d'y introduire une certaine quantité de gaz, dont on mesure le volume à la pression atmosphérique. Il se produit une absorption ; elle diminue la pression, et cette diminution est mesurée directement par l'appareil. Comme l'introduction du gaz se fait en dix secondes, on peut négliger l'absorption du gaz par le celluloïde pendant son introduction. Le gaz absorbé est ensuite repris, en quelques heures, par la pompe à mercure. Les premières expériences ont porté sur l'acide carbonique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une première série d'expériences a montré que l'absorption se fait avec toutes sortes de celluloïdes, mais non avec d'autres matières, sauf le charbon de bois et le caoutchouc.

L'absorption est très faible avec le celluloïde précipité, qu'on obtient en versant dans l'eau une solution acétonique de celluloïde. Mais la faculté d'absorption est recouvrée en grande partie par le précipité, si on le remet sous forme de film.

Lorsqu'on remplace l'acide carbonique par de l'air et par de l'hydrogène, les effets d'absorption sont moindres, celle de l'hydrogène étant la plus faible.

Les essais quantitatifs en vue de déterminer la rapidité de l'absorption ont été faits d'abord en étudiant les rapports entre la surface et le volume du celluloïde essayé. Ces essais ont porté sur six échantillons de celluloïde, de même poids, mais d'épaisseurs différentes. Si l'on porte en abscisses les temps et en ordonnées les volumes de gaz absorbé, on obtient des courbes différentes pour chaque échantillon. Au début, la courbe est une droite, du moins pendant les premières minutes. La rapidité d'absorption croît plus rapidement que la surface. C'est ainsi que pour un poids de 5 g et une surface de 155 cm², la vitesse initiale est de 1 ; pour 235 cm², elle est 5,4; pour 309 cm², elle est 11,3 et pour 807 cm², elle est 26,7. Les courbes indiquent que si le celluloïde est plus mince, la surface croissant par rapport au volume, il y a d'abord une absorption rapide du gaz, puis une plus lente, correspondant à une solution puis à une diffusion.

Un des échantillons a été essayé aux différentes températures : de 66° (bain de vapeur d'alcool méthylique); de 18° (température du laboratoire); enfin à la température de 0°. Les courbes obtenues montrent peu de changement dans l'absorption initiale; mais ensuite l'absorption diminue à mesure que la température s'élève.

Pour mesurer les gaz absorbés à diverses pressions, l'auteur a employé l'appareil de Travers et Miss Homfray pour l'absorption des gaz par le charbon de bois. Les courbes obtenues pour les températures 0° et 18° sont intermédiaires entre la véritable courbe d'absorption et la ligne droite qui caractérise la dissolution.

L'ensemble des expériences permet de conclure que le phénomène n'est pas une simple dissolution, mais une absorption ou une absorption avec dissolution.

D'après les essais sur les variations de la rapidité d'absorption avec la surface de l'échantillon, la surface absorbante ne doit pas être simplement la surface extérieure. Les essais sur les pellicules minces montrent que la partie de la courbe correspondant à l'absorption comprend plus des neuf dixièmes du gaz absorbé ou dissous; la durée du phénomène est d'une heure. Mais avec des pellicules épaisses, l'absorption d'un tiers du gaz exige plusieurs heures. On est amené à conclure à l'influence d'une surface facilement accessible entre les gaz et le celluloïde. Cette surface semble formée par le développement d'une structure poreuse dans la masse, mais très voisine de la surface extérieure.

JULES GARÇON.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par M. Henri Hitier,
membre du Conseil.

LA RÉFORME AGRAIRE DE 1906 ET LA TRANSFORMATION ÉCONOMIQUE DE LA RUSSIE

La culture des céréales aux États-Unis, au Canada, en Argentine.

Déjà ici même à deux reprises différentes (Bulletins de mars 1909 et janvier 1913), nous avons essayé de montrer quelle était l'évolution de l'agriculture russe à l'heure présente. Nous avons rappelé comment le régime du mir, c'est-à-dire, en somme, le régime de la propriété collective, dans la très grande partie de la Russie, avait, au cours du XIXe siècle notamment, entravé tout progrès agricole; puis nous avons insisté sur les conséquences extrêmement heureuses que devaient avoir pour la Russie, les mesures édictées par l'oukase du 25 novembre 1906, libérant le paysan russe de la tyrannie du mir.

M. Edmond Théry, précisément, dans un ouvrage des plus documentés intitulé : *la transformation économique de la Russie* (1), vient de préciser les résultats dès maintenant acquis, à la suite de la Réforme agraire de 1906, réforme qui doit être considérée comme un des principaux éléments de l'évolution économique actuelle de la Russie. M. Edmond Théry avait été chargé, par le Ministre de l'Agriculture, d'aller étudier sur place les conséquences de la Réforme agraire; du rapport qu'il a adressé à la suite de sa mission, nous extrayons les renseignements qui vont suivre :

La puissance d'expansion d'un pays, nous dit M. Théry, se dégage de trois ordres de faits économiques : 1° l'augmentation de sa population autochtone; 2° l'accroissement de sa production industrielle et agricole; 3° les sacrifices qu'il peut s'imposer pour son instruction publique et sa défense nationale.

En ce qui concerne l'accroissement de la population de la Russie, les résultats des dernières années ont une signification toute spéciale.

En effet, pour l'ensemble de l'Empire de Russie et malgré la guerre meurtrière de

(1) Paris, *Économiste européen*, 50, rue Sainte-Anne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1904-1905, la population de la Russie est passée de 139 300 000 habitants en 1902, à 171 millions en 1912 : soit une augmentation totale de 31 700 000 habitants pour la période entière (ou 22, 7 p. 100), représentant un accroissement moyen de 3 700 000 individus.

Population de l'Empire de Russie à dix ans d'intervalle (en millions d'habitants).

Superficie 1 000 km².	Divisions territoriales.	1902.	1912.	Augmentation en 1912. totales.	Augmentation en 1912. p. 100.	Densités. 1902.	Densités. 1912.
4 889	Russie d'Europe	101,6	122,5	20,9	20,5	21	25
127	Pologne	10,2	12,8	2,6	25,5	80	101
374	Finlande	2,7	3,1	0,4	15,6	7	8
469	Caucase	9,7	12,3	2,6	26,3	21	26
3 489	Asie centrale	8,8	10,7	1,9	22,0	2,5	3
12 394	Sibérie	6,3	9,6	3,3	52,7	0,5	0,7
21 742	Totaux	139,3	171,0	31,7	22,7	6,4	8

Cette progression est d'autant plus remarquable que, pendant la période décennale précédente, 1892-1902, l'accroissement avait à peine atteint 18 600 000 habitants, c'est-à-dire, 15,4 p. 100. Aussi la densité moyenne pour l'ensemble de la Russie d'Europe et de la Russie d'Asie, qui n'était que de 5,5 habitants par kilomètre carré en 1892, s'est successivement élevée à 6,4 habitants en 1902, et à 8 habitants en 1912.

***

L'agriculture russe et l'industrie russe ont, d'autre part, réalisé de très grand progrès, notamment l'agriculture. Le simple résumé suivant, tableau dressé par M. Edmond Théry, montre quel a été, en effet, le développement de la production agricole russe, au cours des dernières années.

Production des céréales en Russie (en millions de quintaux métriques).

Produits.	Moyennes annuelles. 1898-1902.	Moyennes annuelles. 1908-1912.	Augmentations moyennes. totales.	Augmentations moyennes. p. 100.
Blé	117,5	161,7	44,2	37,5
Seigle	209,9	215,0	5,1	2,4
Orge	57,4	93,7	36,3	62,2
Avoine	111,2	134,5	23,3	20,9
Maïs	11,9	17,2	5,3	44,8
Total des céréales	507,9	622,1	114,2	22,5
Pommes de terre	250,0	329,1	79,1	31,6
Betteraves à sucre	74,5	105,8	31,3	42,0

Inutile de dire, fait observer M. Théry, qu'aucune nation de l'Europe n'offre de pareils résultats et cette augmentation de la production agricole, — obtenue sans le concours d'une main-d'œuvre étrangère coûteuse, comme c'est le cas pour la République Argentine, le Brésil, les États-Unis et le Canada lui-même, — n'a pas seulement servi les besoins nouveaux d'une population dont le nombre s'accroît de 2,27 p. 100 chaque année et qui se nourrit mieux que par le passé, parce que plus prospère : elle a aussi permis à la Russie d'étendre considérablement sa clientèle étrangère et de balancer, par ses excédents d'exportation de produits alimentaires, toutes ses nouvelles charges d'ordre extérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Commerce des produits alimentaires entre la Russie et l'étranger (en millions de francs).

Nature.	Moyennes annuelles. 1898-1902.	1908-1912.	Augmentations moyennes. totales.	p. 100.
Exportations	1 195,6	2 315,7	1 120,1	93,7
Importations	312,4	519,6	207,2	66,3
Excédent d'exportation	883,2	1 796,1	912,9	103,4

Ce tableau explique, à lui seul, la stabilité du change et l'amélioration constante du crédit extérieur de la Russie, car l'excédent moyen d'exportations annuelles, qu'il signale, suffit largement pour couvrir les charges de la dette étrangère et du déficit industriel.

L'industrie russe n'a pas donné des résultats aussi extraordinaires que la production agricole, mais elle a cependant réalisé des progrès très importants. Les chiffres de la production de la houille, de la fonte, du fer et de l'acier en Russie l'attestent, ainsi que les augmentations de la consommation du cuivre et du plomb.

Au point de vue de l'instruction publique, la Russie fut longtemps un pays arriéré dans lequel les neuf dixièmes de la population rurale ne recevaient, pour ainsi dire, aucune espèce d'enseignement ; mais, depuis dix ans, le gouvernement a fait des efforts très sérieux pour organiser l'instruction primaire dans toutes les régions de l'Empire et il suffit, pour s'en convaincre, de constater que la moyenne annuelle des dépenses budgétaires est passée de 85 millions de francs pour la période quinquennale 1899-1902, à 219 millions de francs pour la période 1908-1912 ; soit une augmentation de 134 millions de francs ou 156,2 p. 100.

De même les dépenses de la défense nationale, qui figuraient, en moyenne, pour 1 220 millions de francs dans les budgets de la période 1898-1902, se sont élevées à la moyenne de 1 832 millions de francs pour la période 1908-1912, c'est-à-dire ont été majorées de 612 millions de francs, soit 50,1 p. 100.

C'est le développement agricole de la Russie qui a permis à cette grande nation de faire ces énormes dépenses, et qui lui assure sa grande prospérité économique actuelle.

Ce développement agricole date de la suppression du servage, de l'oukase libérateur du 19 février 1861, mais surtout de la réforme agraire de 1906, qui faisait disparaître le mir, — la propriété collective, — créant, en Russie, la propriété rurale individuelle, telle qu'elle existe dans toutes les grandes nations agricoles de l'Europe et de l'Amérique.

A plusieurs reprises ici même, nous avons consacré des études à l'agriculture russe et l'année dernière encore à la Réforme agraire de 1906. Nous avons cherché à expliquer en quoi consistait cette réforme et comment fonctionnaient les Commissions agraires. M. Edmond Théry nous apporte aujourd'hui, de son enquête poursuivie sur place en Russie, des faits et des chiffres statistiques qui nous permettent de juger des résultats déjà acquis et qui nous renseignent en même temps sur l'avenir agricole et économique de la Russie.

Pour comprendre l'essor prodigieux, révélé par les statistiques de la production et de l'exportation des denrées agricoles de la Russie, il faut, comme le fait M. Théry, remarquer, du reste, que toute une série de mesures sont venues compléter la grande réformede 1906 en Russie : organisation de l'instruction agricole et de sociétés de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crédit, création d'exploitations modèles, de dépôts de machines et instruments aratoires perfectionnés, etc., etc.

En ce qui concerne l'instruction agricole, par exemple, d'après l'exposé des motifs du budget de 1913, présenté par M. Kokowtzoff, ministre des Finances et Président du Conseil de Russie, il résulte que le nombre des élèves des Écoles d'Agriculture était, en 1911, de 15 000, contre 9 300 en 1907 et que le nombre des diplômés dépasse maintenant 2 000 par année. En outre, plus de 300 000 cultivateurs suivent des cours pratiques sur les matières agricoles (1).

Après l'émancipation des serfs, fut organisé en Russie le Crédit agricole, *Banque de l'État de Russie*, *Banque foncière des paysans* en 1882, *Banque foncière de la Noblesse* en 1886, *Petit Crédit*, en 1896.

Mais c'est surtout depuis la Réforme agraire de 1906 que le Crédit agricole s'est développé en Russie dans des proportions vraiment remarquables.

La Banque de l'État n'avait dans sa situation du 1er janvier 1903 que 46 746 000 roubles de prêts sur marchandises, qui sont presque exclusivement des produits agricoles; ce même compte s'élevait à 128 244 000 roubles au 1er janvier 1913.

Le gouvernement, d'accord avec la Banque, a fait construire 13 entrepôts à grains; le Conseil de la Banque a décidé d'en ouvrir, d'ici 4 ans, 71 nouveaux, d'une capacité de près de 8 millions de quintaux de grains.

Les *Banques populaires* sont sorties de la loi de 1904 sur le Crédit populaire; elles sont au 1er janvier 1913 au nombre de 17 802 avec une clientèle de 9 200 000 participants, et le montant des affaires annuellement réalisées est passé, de 1905 à 1912, de 300 millions à 1 500 millions de francs.

Les *Banques des paysans*, fin juillet 1912, avaient vendu 3 683 300 déciatines de terres et alors qu'avant la réforme de 1906 c'étaient les Associations de paysans, puis les Communes rurales (Mirs) qui étaient ses principaux acheteurs, maintenant ce sont les paysans; les années 1909, 1910, 1911, 2 218 692 déciatines ont été acquis par 170 587 individus, ce qui donne une moyenne de 12 déciatines par acheteur. Ainsi la terre russe se morcelle.

« Si le mouvement constaté pendant les trois dernières années se poursuit sans arrêt, écrit M. Théry, — et il n'y a aucune raison de supposer qu'il en sera autrement — on peut admettre que dans un quart de siècle la propriété agraire de la Russie d'Europe, et, dans tous les cas, celle des régions à terre noire, ou *tchernozème*, sera aussi divisée qu'elle l'est actuellement dans les principales nations agricoles de l'Europe. »

Le nombre des sociétés agricoles a triplé entre 1906 et 1911, car pour cette dernière année ce nombre s'est élevé à 3 700 contre 1 000 en 1906.

Les associations agricoles qui ont pour objet la vente des produits et l'acquisition de matériel d'exploitation, ainsi que la mise en œuvre des produits de l'industrie agri-

(1) Il y a actuellement en Russie 4 écoles supérieures d'Agriculture; institutions créées par l'État; instituts agronomiques de Moscou, de Novo-Alexandrie, sections d'Agriculture des écoles polytechniques de Riga et de Kiew; d'autres écoles supérieures sont dues à l'initiative privée, instituts agronomiques féminins de Saint-Pétersbourg et Moscou, cours supérieurs mixtes de Moscou. De ces écoles supérieures sortent des professeurs, tantôt sédentaires, tantôt ambulants, grâce auxquels des millions de paysans sont instruits sur les avantages du crédit, des engrais, des machines, etc.

15 écoles moyennes, 213 écoles inférieures complètent le cadre de l'enseignement agricole.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cole, n'étaient, en 1909, qu'au nombre d'une centaine, il s'en est créé 703 nouvelles pendant les trois dernières années.

Le nombre des coopératives agricoles a atteint 22 000 au début de 1912 sur lesquelles 4 200 ont été créées en 1911.

Les importations de machines et instruments agricoles, qui ne s'élevaient qu'à 20 700 000 roubles en 1906, ont atteint 57 500 000 roubles en 1911, et en même temps la valeur de la production nationale de ces mêmes machines et instruments a plus que triplé entre 1906 et 1911, année pendant laquelle cette production a été évaluée à 61 500 000 roubles.

***

Les résultats de ce progrès agricole, sous les formes les plus diverses, se manifestent par l'accroissement considérable des produits agricoles obtenus en Russie et exportés de ce pays depuis une dizaine d'années.

Les statistiques officielles, que nous donne M. Théry, en fournissent des preuves indéniables. Nous les résumons pour les principales céréales dans le tableau suivant :

	Moyennes de la période 1898-1902.			Moyennes de la période 1908-1912.		
	Production	Exportation		Production	Exportation	
	en milliers de quintaux.	en milliers de quintaux.	en millions de francs.	en milliers de quintaux.	en milliers de quintaux.	en millions de francs.
Blé	117 547	21 823	364	161 702	38 668	722
Seigle	209 898	13 162	150	215 035	7 536	102
Orge	57 412	13 642	133	93 705	34 601	440
Avoine	111 241	9 088	105	134 538	10 642	147
Maïs	11 907	6 295	57	17 243	7 610	93
Pommes de terre	250 048	425	1,7	329 166	1 731	8,8
Betteraves à sucre	74 541	1 422	48	105 864	2 774	162
Tabac	773		6 768	1,011		17,796

Les cultures des céréales et de la betterave sucrière ont une importance capitale pour l'économie nationale russe; on peut même dire que le marché intérieur reflète fidèlement l'abondance ou l'insuffisance de ces grandes récoltes, car les ressources et les facultés d'achat de la population agraire (représentant 85 p. 100 de la population totale de l'Empire) dépendent uniquement de la plus ou moins grande quantité de blé, de seigle, de maïs, d'orge, d'avoine, de pommes de terre et de betteraves à sucre que les paysans lèvent sur leurs terres.

Toutes les régions de l'Empire produisent des céréales, mais ce sont les gouvernements de la Russie d'Europe qui fournissent proportionnellement les plus fortes productions et, parmi ces gouvernements, ceux situés dans les pays à terre noire.

Blé. — La production moyenne annuelle du blé en Russie est passée de 117 547 000 qx à 161 702 000 qx entre la période quinquennale 1898-1902 et celle de 1908-1912, soit une augmentation de 44 155 000 qx ou 37,5 p. 100.

Mais la quantité moyenne exportée a progressé de 16 848 000 qx ou 77,1 p. 100. Ce qui, grâce à la hausse du blé sur les marchés extérieurs, a majoré la valeur moyenne du blé exporté de 358 millions de francs par rapport à la période 1898-1902, soit une plus-value de 98,3 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le *seigle* est la céréale la plus consommée en Russie; le paysan russe le conserve volontiers pour son alimentation et préfère vendre son froment dont il tire un meilleur prix.

A l'encontre de ce qui s'est passé pour le blé, l'orge, l'avoine, la moyenne de la production annuelle n'a pas augmenté d'une manière appréciable, de 2 p. 100 seulement et l'exportation a diminué de 47,2 p. 100. Mais il faut remarquer, comme le fait M. Ed. Théry, que la moyenne de la population pour l'Empire russe, entre les deux périodes considérées est passée de 135 260 000 à 163 460 000 habitants, soit une augmentation totale de 28 200 000 individus ou 21 p. 100 (1).

La production moyenne de l'*orge* s'est beaucoup accrue entre les deux périodes considérées, de 36 293 000 qx ou 63,2 p. 100 et son exportation à l'étranger de 20 959 000 qx, soit 153,6 p. 100; exprimée en valeur cette exportation moyenne annuelle de l'orge russe est passée de 133 millions de francs à 440 millions, représentant une augmentation nette de 307 millions ou 230,8 p. 100.

La récolte moyenne de l'*avoine* a progressé de 23 297 000 qx ou 20,9 p. 100; l'exportation annuelle a crû de 17,1 p. 100 en poids, de 40 p. 100 en valeur (147 millions contre 105).

Pommes de terre. — Les Russes produisent et consomment beaucoup de pommes de terre, mais ils n'en exportent presque pas; ce qui prouve que, malgré les progrès que cette culture a réalisés entre les deux périodes observées, 79 118 000 qx d'augmentation ou 31,6 p. 100, la production est à peine suffisante pour les besoins croissants du pays.

La pomme de terre, en Russie, entre en grande quantité dans l'alimentation humaine, mais la moitié, au moins, va à la distillerie, aux féculeries et à la nourriture des animaux de ferme (2).

(1) L'Allemagne a exporté en Russie 2 310 000 quintaux de seigle en 1913 contre 1 140 000 en 1912. Les importations de céréales d'Allemagne dans un grand pays de grande production ont éveillé l'attention en Russie et constitueront une pierre d'achoppement dans les négociations commerciales, les agriculteurs russes demandant à être protégés contre l'invasion du territoire par les produits agricoles allemands (*Économiste français* du 28 février 1914).

(2) Voici, au sujet de la culture de la pomme de terre et du monopole de l'alcool en Russie le résumé d'une communication de M. E. Théry devant la Société Nationale d'Agriculture (Séance du 29 octobre 1911).

Le monopole de l'alcool en Russie. — Il existe, en Russie, depuis le 1er janvier 1895, un monopole de vente de l'alcool au profit de l'État. L'administration du monopole ne produit pas l'alcool brut : elle se contente de l'acheter et elle le rectifie ou le fait rectifier sous son contrôle.

Le rôle des laboratoires de l'État se borne presque exclusivement à la dilution de l'alcool rectifié et à sa mise en bouteille, c'est-à-dire, à l'addition d'eau distillée en quantité nécessaire pour ramener l'alcool à 40 degrés, à l'embouteillage et à la pose des étiquettes sur les bouteilles.

Appliqué en 1895, par la volonté de l'empereur Alexandre III, dans 4 gouvernements, le monopole fut introduit petit à petit dans les autres gouvernements jusqu'en 1904. Depuis cette dernière date, le monopole est exercé dans 65 gouvernements et 10 territoires, c'est-à-dire sur toute l'étendue de l'Empire, à l'exception de la Transcaucasie, du Turkestan, de l'Amour.

Quoi qu'on puisse en penser, dit M. Edmond Théry, un examen impartial du régime de l'alcool, tel qu'il existe en Russie depuis dix-huit ans, prouve que ce régime a du bon, non seulement au point de vue fiscal mais au point de vue hygiénique.

Le monopole des spiritueux en Russie a une organisation rayonnant dans tous les gouvernements où il fonctionne et comprenant : une grande usine de rectification; 43 ateliers de rectification puis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Betteraves à sucre. — La production de la betterave sucrière est en grands progrès en Russie puisque sa moyenne s'est accrue de 31 323 000 qx ou 42 p. 100 entre les deux périodes observées. Pendant le même laps de temps, l'exportation du sucre indigène à l'étranger a augmenté en poids de 1 352 000 qx, soit 95 p. 100 et en valeur de 54 millions de francs ou 108 p. 100.

La consommation intérieure, d'autre part, est passée de 6 157 000 qx à 10 366 000 qx,

les entrepôts de la régie; 333 entrepôts, 20 magasins et 26 016 bureaux de vente gérés par les salariés de l'État.

Le rôle de l'Administration du monopole consiste purement et simplement à vendre un produit unique, identique dans tout l'Empire, offert au public dans le plus petit nombre de bureaux possible, pendant le moins de jours possible dans l'année et pendant le moins d'heures possible par jour ouvrable. L'État ne fabrique pas de liqueur et laisse ainsi aux industries alimentaires indigènes — auxquelles il ne fait que fournir la matière première, c'est-à-dire l'alcool parfaitement rectifié — la faculté de produire tous les produits et boissons que les industries similaires fabriquent dans les pays où le monopole n'existe pas.

En outre des impôts proprement dits (droits d'accise) le monopole de l'alcool a rapporté au Trésor, déduction faite de toutes les dépenses de régie et autres, 4 146 millions de francs de profits industriels en dix-huit années, soit en moyenne 230 millions de francs par an.

Mais cette moyenne est aujourd'hui bien dépassée et, pour l'exercice 1913, le ministre des Finances estime que le *produit net* sera de 583 millions de roubles (1 556 millions de francs) représentant à la fois les droits d'accise et de profit industriel du monopole.

Grâce à ce régime, l'État a presque radicalement supprimé la fraude sur tout le territoire de l'Empire et s'est assuré, en ce qui touche la qualité de l'alcool livré à la consommation, c'est-à-dire au point de vue hygiénique, un contrôle des plus pratiques et des plus efficaces.

Le fonctionnement de ce régime n'a nullement entravé l'industrie de la distillerie en Russie, car depuis 1900 le développement de la fabrication de l'alcool a suivi une progression très régulière, et ce sont les *distilleries agricoles* qui, de 1900 à 1911, ont surtout augmenté, de 51 p. 100 alors que les distilleries diverses rétrogradaient de 17 p. 100. L'agriculture indigène a donc retiré du monopole de l'alcool de réels avantages, soit en raison des pommes de terre et des grains que la distillation absorbe (223 millions de pouds de pommes de terre en 1910-1911 + 30 millions de pouds de grain, sur un total de 262 millions de pouds de matières mises en œuvre), soit par les bénéfices des distilleries que les associations agricoles excellent maintenant à créer et à exploiter directement.

De 1900 à 1911, la consommation générale de l'alcool en Russie s'est élevée de 40,7 p. 100, mais la grosse part de cette augmentation revient à l'accroissement de la population de l'Empire, car la consommation individuelle n'a progressé que de 14,5 p. 100. En 1911, chaque habitant de la Russie a consommé 2,764 l d'alcool pur, alors que la consommation moyenne en France aurait été de 4,040 l d'alcool pur par habitant, la même année.

Depuis le 10 octobre 1908, la qualité ordinaire d'alcool, la seule presque qui compte en Russie, est vendue 1,82 f le litre à 40°, et 4,55 f le litre d'alcool pur.

Le prix de cet alcool ordinaire est exactement le même dans les grandes villes, comme Saint-Pétersbourg et Moscou, que dans les plus humbles villages de la steppe, soit qu'il soit acheté en gros ou en détail, dans les bureaux de la régie ou dans les débits de boissons.

On a fait observer, avec raison, que dans les pays où la vente de l'alcool est libre sauf redevance fiscale, l'alcool est une marchandise sur laquelle le débitant, selon la nature de son établissement, gagne 25,50 et même 100 p. 100. En Russie, au contraire, c'est le produit alimentaire qui donne le moins de profit aux cabaretiers; et, par cela même, ceux-ci, ainsi d'ailleurs que les agents salariés de la régie, n'ont aucun intérêt à pousser à la consommation de l'alcool.

Une note de l'exposé des motifs déjà cité constate que le monopole des spiritueux n'a pas plus fait disparaître l'ivrognerie en Russie que le monopole du tabac n'a diminué le nombre des fumeurs en France; toutefois ce régime a donné les résultats suivants : disparition du cabaretier et des alcools frelatés; suppression de la vente à crédit des spiritueux et des paiements de salaires en spiritueux, absence de tout débouché possible pour les distilleries clandestines et la contrebande; et, enfin, notable accroissement du rendement fiscal.

Voilà des faits qui méritent d'attirer l'attention de nos législateurs, conclut M. Edmond Théry.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

preuve évidente que le bien-être des classes laborieuses russes s'améliore de jour en jour.

Bétail. — Nous venons de voir, d'après les statistiques que nous donne M. Ed. Théry, d'une façon claire et nette, combien la production des principales cultures de la Russie d'Europe s'était accrue depuis la réforme agraire de 1906. Il n'en est pas de même pour l'effectif du bétail, tout au moins à ne considérer que le nombre de têtes d'animaux, mais il faudrait pouvoir évaluer les améliorations réalisées du fait d'un bétail mieux sélectionné, mieux nourri et par conséquent de plus gros rendement ; en outre, il faut remarquer que, d'une façon générale, dans les pays neufs, dont l'agriculture évolue par suite de nouveaux débouchés créés par les chemins de fer surtout, l'effort de l'agriculteur se porte d'abord sur la mise en valeur des terres pour la production des céréales ; une certaine étendue, qui servait de pacage, est enlevée ainsi au parcours du bétail, dont alors le nombre de têtes se restreint. Mais bientôt la nécessité d'entretenir un cheptel important se fait sentir et, grâce à des ressources fourragères plus abondantes provenant cette fois de la création de prairies naturelles et artificielles, ce sont des races plus perfectionnées que l'on y exploite. C'est ce qui s'est passé en Hongrie, aux États-Unis, en Argentine.

M. Ed. Théry à propos du bétail en Russie, nous dit : « La culture intensive et la hausse des grains poussent les fermiers à réduire la superficie des prairies et des pâturages naturels, et la viande de boucherie ayant atteint, depuis une dizaine d'années, de très hauts prix sur les marchés intérieurs et à l'étranger, il en est résulté vers 1908-1909 une diminution des bêtes à cornes ; mais les perfectionnements apportés à la fabrication du beurre et des fromages ayant permis de tirer un meilleur parti des vaches laitières, les paysans se sont de nouveau remis à l'élevage et on constate maintenant une augmentation des effectifs malgré une exportation de bêtes vivantes et de viandes abattues chaque jour grandissante. »

Voici l'effectif des animaux domestiques russes, tel que la statistique officielle nous le présente.

Effectif du bétail dans les 60 gouvernements de la Russie d'Europe, Pologne comprise :

(En millions de têtes).

Animaux.	1895	1900	1905	1910
Chevaux	18 226	21 136	22 111	23 090
Bêtes à cornes	27 359	34 484	33 656	33 616
Espèce ovine	41 441	50 451	45 094	41 784
Porcs	10 421	13 163	12 477	12 661
Chèvres	924	1 028	978	866

Les chiffres des exportations du bétail, de la viande de boucherie et du beurre, entre 1898-1902 et 1908-1912, ne laissent surtout aucun doute sur l'évolution qui s'est produite dans l'Économie rurale russe, grâce à la réforme agraire de 1906 qui a si heureusement encouragé toutes les branches de la production.

Exportation.

	Période 1898-1902.	Période 1908-1912
Valeur en milliers de francs des animaux vivants.	26 623	41 131
Viandes fraîches et salées	4 560	13 246
Beurre	43 801	152 235
Totaux	74 984	206 612

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Théry ajoute qu'en outre des bêtes vivantes, des viandes fraîches et salées et du beurre figurant dans ce tableau, il a été exporté, pendant la période quinquennale 1908-1912, une moyenne de 69 235 000 roubles d'œufs contre seulement 33 627 000 roubles pour la moyenne quinquennale 1898-1902, et qu'en l'année 1912, la valeur de cette même exportation a atteint 84 655 000 roubles, soit *226 millions de francs* représentant plus de 4 milliards d'œufs ; et ce chiffre doit encore s'augmenter d'une exportation de 35 millions de francs de volailles mortes ou vivantes.

Textiles. — Les deux grandes plantes textiles de la Russie d'Europe sont le lin et le chanvre ; le fait le plus saillant, à cet égard, est le développement des industries travaillant maintenant sur place les fibres de lin et de chanvre, industries de plus en plus concentrées ; ce mouvement, du reste, n'est pas sans sérieusement inquiéter nos industries textiles du Nord de la France, qui faisaient venir jusqu'ici en très grande partie de Russie, le lin, qu'elles utilisaient comme matière première.

Le climat de la Russie d'Europe n'y permet pas la culture du coton, mais dans le Turkestan, définitivement annexé à l'Empire moscovite depuis 1881, cette culture, nous dit M. Ed. Théry, réussit à merveille et il semble même, d'après les observations recueillies sur place par M. Krivoschéine, ministre de l'Agriculture en Russie au cours d'un voyage qu'il fit en Asie centrale, au printemps de 1912, qu'avec la construction de quelques canaux d'irrigation, l'ouverture de certaines lignes de chemins de fer déjà étudiées et un encouragement efficace à l'immigration, les provinces du Fergana, du Syr-Daria, de Samarcande et de Transcaspie, — qui fournissent déjà à l'industrie cotonnière russe plus de la moitié de ses demandes actuelles, — pourront faire face dans l'avenir, sinon à la totalité des besoins de cette industrie, du moins à la majeure partie.

***

Dans un dernier chapitre qu'il intitule :

Balance alimentaire de la Russie. — M. Ed. Théry établit que, malgré l'augmentation de la population survenue entre 1901 et 1911 (30 millions d'habitants) et bien que les paysans russes pris dans leur ensemble — et formant les 85 p. 100 de cette population — aient mieux vécu et se soient incontestablement mieux nourris pendant les quatre dernières années que pendant les années 1998-1901, les exportations de produits alimentaires d'origine russe ont progressé en moyenne de 1 229 millions de francs ou 110 p. 100 entre les deux périodes, alors que les importations similaires de l'étranger ne se sont accrues que de 248 millions de francs ou 81 p. 100.

Pour la période 1898-1901, la balance alimentaire moyenne de la Russie, c'est-à-dire la différence annuelle entre ses exportations et ses importations alimentaires proprement dites, s'était exprimée par un excédent net d'exportations de 813 millions de francs.

Pour la période 1908-1911, cet excédent net moyen s'est élevé à la somme formidable de 1 794 millions de francs.

Or c'est la réforme agraire de 1906 qui a été le véritable point de départ de cette évolution de l'agriculture russe, et cette réforme elle-même n'en est qu'à son début. L'œuvre de la réorganisation agraire commencée en 1906 embrassait, à la fin de 1912, la superficie, sans doute immense, de 22 millions d'hectares, mais il y a 130 millions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'hectares cédés collectivement aux Mirs en 1861, qui sont à transformer en propriétés individuelles.

Sur un territoire total de plus de 2 170 millions d'hectares, 700 000 ha seulement sont en culture, dont 455 000 000 en forêts ; les terres de labour n'occupent que 119 000 ha ; d'immenses territoires « d'une fertilité incomparable, » sont tenus en réserve dans la Sibérie méridionale, dans le Turkestan, dans le Caucase, beaucoup de terrains en Russie d'Europe restent encore en friche, ou inutilisables faute de moyens de communication. Enfin les rendements sur les terres cultivées sont encore très faibles, 6 à 7 qx à l'hectare pour le blé, 9 pour le seigle, 8 pour l'orge et l'avoine.

On voit donc de quel progrès l'agriculture russe est encore susceptible ; et nous devons savoir grand gré à M. Edmond Théry de nous l'avoir établi d'une façon si complète et si magistrale dans son ouvrage sur les *Transformations économiques de la Russie*, ouvrage écrit à la suite d'une enquête approfondie faite par l'auteur en Russie, au cours de l'année 1913.

***

Les cultures de céréales aux États-Unis. — En regard de ces progrès de l'agriculture russe, il n'est pas sans intérêt de rechercher quelle a été l'évolution de l'agriculture des États-Unis durant la même période.

On sait combien le prodigieux développement de l'agriculture aux États-Unis durant les vingt-cinq dernières années du XIX[e] siècle avait jeté l'alarme parmi les populations rurales de la vieille Europe, et combien la concurrence, notamment des blés américains, était venue abaisser le prix des blés sur les marchés anglais, français, belges, etc.

Or à l'encontre de ce que nous venons de voir pour la Russie, le développement de la production des céréales aux États-Unis s'est très sensiblement ralenti depuis une dizaine d'années et surtout pour le blé ; la population, d'autre part, s'étant beaucoup accrue, des quantités moindres très sensiblement de céréales se sont trouvées disponibles pour l'exportation.

Voici à cet égard une série de tableaux dont les éléments nous sont fournis pour les céréales autres que le blé par la *Statistique agricole annuelle de notre Ministère de l'Agriculture* et pour le blé par la publication, de l'an dernier, de l'*Office des Renseignements agricoles :* culture, production et commerce du blé dans le monde.

Principales céréales cultivées aux États-Unis.

	Période 1893-1902.		Période 1908-1911.	
	Étendue cultivée. hectares.	Production. hectolitres.	Étendue cultivée. hectares.	Production. hectolitres.
Seigle	699 000	9 734 000	820 000	11 474 000
Orge	1 397 000	30 698 000	2 887 000	58 360 000
Avoine	10 954 000	287 000 000	14 017 000	340 380 000
Maïs	34 399 000	718 470 000	43 772 000	1 006 903 000

Il y a eu évidemment des augmentations importantes entre les deux périodes pour les surfaces emblavées et pour les rendements obtenus. Pour l'orge, les surfaces, qui lui étaient consacrées aux États-Unis, ont plus que doublé ; mais comme entre les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux périodes considérées la population des États-Unis est passée de 76 millions d'habitants à 92 millions d'habitants, les quantités disponibles pour l'exportation, loin de s'accroître, ont, dans l'ensemble, sensiblement diminué. Il suffit de comparer, par exemple, les chiffres relevés pour les années 1903 et 1911 :

Exportations des États-Unis.

	Année 1903. hectolitres.	Année 1911. hectolitres.
Orge.	2 950 000	3 312 000
Avoine.	1 577 000	683 000
Seigle	1 910 000	924
Maïs.	26 335 700	22 469 000

Mais c'est surtout le blé dont les exportations, disons-nous, préoccupaient les agriculteurs français, la baisse des cours, survenue vers la fin du XIXe siècle, selon eux, provenant en grande partie de la concurrence de ces blés américains; or la surface semée en blé aux États-Unis, s'est, somme toute, accrue dans des proportions très faibles depuis une dizaine d'années et la consommation au contraire y ayant beaucoup augmenté par le fait même de l'accroissement de la population, les exportations sont tombées à un chiffre presque moitié moindre.

Culture du blé aux États-Unis.

Périodes.	Surfaces ensemencées en hectares.	Production en quintaux.	Exportation en quintaux.
1898-1902.	18 331 000	172 000 000	68 000 000
1908-1912.	18 776 000	178 000 000	35 000 000

Canada, République Argentine. — En Amérique les deux grands pays dont les surfaces consacrées au blé ont augmenté et sont susceptibles d'augmenter encore sont le Canada au Nord, la République Argentine au Sud.

Au Canada, la moyenne des emblavures en blé de 1898 à 1902 a été annuellement de 1 534 000 ha avec une production de 19 684 000 qx. De 1908 à 1911, les emblavures se sont élevées comme moyenne annuelle à 3 443 000 ha avec une production de 48 337 000 qx. Aussi la moyenne des exportations est passée de 6 213 000 qx pendant la première période à 15 139 000 qx dans la seconde.

En Argentine les ensemencements en blé, de 3 362000 ha, moyenne annuelle de 1898-1902, ayant produit 24 029 000 qx, se sont élevés de 1908 à 1910 à 6 050 000 ha en moyenne pour ces trois années avec une production de 39 295 000 qx ; d'où une augmentation des exportations ayant passé de 12 397 000 qx pendant la première période à 28 459 000 qx pendant la seconde.

Pour terminer ces quelques observations à propos des quantités disponibles de blé dans les principaux pays exportateurs, rappelons ce qu'écrivait M. Pierre Leroy-Beaulieu comme conclusion à une série d'articles sur la production, la consommation et les prix du blé (*Économiste français* des 6, 20 septembre, 4 octobre 1913) :

« A l'heure actuelle, les grands pays exportateurs de blé sont les États-Unis, l'Empire Russe et la République Argentine. Il faut y joindre, à un rang inférieur mais important encore, la Roumanie, le Canada, les Indes Britanniques et l'Australie. » Et après avoir indiqué que l'on ne peut plus compter sur une expansion bien sensible des exportations roumaines, comme aussi de celles de l'Inde Anglaise et de l'Australie, le savant économiste ajoute :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les États-Unis sont dans une situation différente des pays que nous venons d'examiner. Dès à présent les exportations de blé de l'Union sont en décroissance accusée. Pour les cinq années 1906-1910, elles sont à peine supérieures à ce qu'elles étaient en 1881-1885 et elles sont d'un quart moindres qu'en 1896-1900. Les surfaces cultivées en blé, après avoir subi une vive poussée pendant la période d'extraordinaire expansion et de reprise des affaires qui suivit la grande crise de 1893 et s'être élevées de moins de 15 millions d'hectares en 1896 à 20 millions en 1901, ont oscillé depuis entre 18 et 20 millions, sans jamais dépasser sensiblement ce dernier niveau et en tendance même à fléchir un peu. Les rendements se sont un peu accrus ; depuis 1900 on les trouve quelquefois égaux ou supérieurs à 10 qx à l'hectare. Mais si les procédés de culture s'améliorent, si en quelques points l'on commence à user d'engrais, d'un autre côté les terres les plus anciennement défrichées et jadis les plus fertiles tendent à s'épuiser, de sorte qu'on ne saurait compter de bien longtemps des rendements comparables à ceux de la France, qui ne sont pas des plus élevés. Aussi les récoltes sont-elles depuis douze ans, à peu près stationnaires, oscillant entre 170 et 200 millions d'hectolitres suivant les saisons plus ou moins favorables. Comme la population augmente très vite, de plus d'un million d'habitants par an, tandis que les campagnes, même les plus fertiles, se dépeuplent plutôt, les disponibilités exportables diminuent. On peut considérer comme certain qu'avant vingt ans d'ici les États-Unis seront rayés de la liste des pays exportateurs de blé et qu'ils commenceront même à absorber une partie des disponibilités du Canada.

« La disparition des exportations américaines obligera, dans vingt ans, à demander, non seulement 50 millions de quintaux, mais 40 millions de plus, soit, en définitive, 90 millions de quintaux aux pays susceptibles de développer largement leur exportation. Il y en a trois : l'Empire Russe, l'Argentine, le Canada. Là les réserves de terres sont immenses. Aujourd'hui ces trois pays réunis produisent en moyenne 250 millions de quintaux, et exportent 80 millions par an ; leur population augmentera en vingt ans de telle sorte pour l'Empire Russe, pour le Canada et pour l'Argentine que, au taux moyen actuel, il faudra, pour la consommation intérieure, un supplément de plus de 100 millions de quintaux. Pour les besoins réunis de l'exportation et de l'intérieur, c'est donc d'environ 200 millions de quintaux qu'il leur faudra augmenter leur production et de 25 millions d'hectares qu'il faudra étendre leurs emblavements.

« On pourra évidemment trouver une douzaine de millions d'hectares de plus à ensemencer dans l'Empire Russe et autant dans l'Argentine et le Canada réunis ; ce ne sera toutefois pas sans peine que ces deux pays pourront plus que doubler leurs surfaces en peu de temps, étant donnée la tendance croissante des immigrants à s'entasser dans les villes. Les terres qui restent à prendre ne sont pas d'ailleurs en général les meilleures ou du moins les plus accessibles ; de ce fait les prix de revient augmenteront ; aussi l'humanité ne manquera pas de blé, mais à condition, semble-t-il, de le payer plus cher. En tout cas, une baisse importante et durable des prix ne paraît pas à envisager. »

H. Hitier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. Max Ringelmann
membre du Conseil.

Tracteur Mac Laren,

par M. Fernand de Condé, Ingénieur agronome.

Le tracteur à vapeur Mac Laren (fig. 8), de Leeds (Angleterre), qui a pris part récemment à plusieurs Concours et Démonstrations publiques, est une locomotive routière, compound, présentant les caractéristiques suivantes selon les modèles :

Puissance au frein (chevaux-vapeur)		50	100
Diamètre de la chaudière (centimètres)		»	84
Foyer	Longueur (mètres)	»	1,17
	Largeur (mètre)	»	0,73
	Hauteur (mètres)	»	1,01
Tubes	Nombre	»	56
	Diamètre (millimètres)	»	51
	Longueur (mètres)	»	2,47
Surface de chauffe (mètres carrés)		9	26,29
Surface de surchauffe (mètres carrés)		4,18	»
Surface de grille (mètre carré)		0,45	0,83
Alésage des cylindres haute et basse pression (millimètres)		127 et 216	178 et 305
Course des pistons (millimètres)		254	305
Nombre de tours par minute		325	250
Volant	Diamètre (mètres)	1,09	1,06
	Largeur (millimètres)	137	299
Roues motrices	Diamètre (mètres)	1,67	2,04
	Largeur (centimètres)	45,7	61
	Largeur, avec jante supplémentaire (centim.)	68,5	76
Roues avant	Diamètre (mètres)	1,14	1,29
	Largeur (centimètres)	20,5	25,4
Longueur du tracteur (mètres)		»	7
Largeur du tracteur sans jantes supplémentaires (mètres)		2,23	2,82
Hauteur totale (mètres)		»	3,50
Poids en ordre de marche (kilogs)		10 200	14 000
Vitesses (kilomètres par heure)		4 et 6	4 et 6
Contenance du tender	Eau (litres)	875	1 325
	Charbon (kilogs)	500	750

Des jantes amovibles permettent d'augmenter la largeur des roues motrices; cette largeur peut être portée à $0^m,685$ dans le type de 50 chevaux, et à $0^m,76$ dans le type de 100 chevaux. Les roues motrices sont munies de fortes stries obliques et peuvent recevoir des pointes en forme de Λ destinées à donner de l'adhérence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La machine porte un tambour sur lequel on peut enrouler 45 mètres de câble d'acier que l'on utilise pour le remorquage des lourdes charges dans les passages difficiles, la locomotive servant de point fixe.

Un réchauffeur, constitué par des tubes à section annulaire (tuyaux ayant un fer rond à l'intérieur), permet d'élever vers 98° la température de l'eau d'alimentation de la chaudière.

La machine est à surchauffe; le surchauffeur, logé dans la boîte à fumée, est constitué par quatre faisceaux circulaires de tubes entre lesquels sont des cloisons

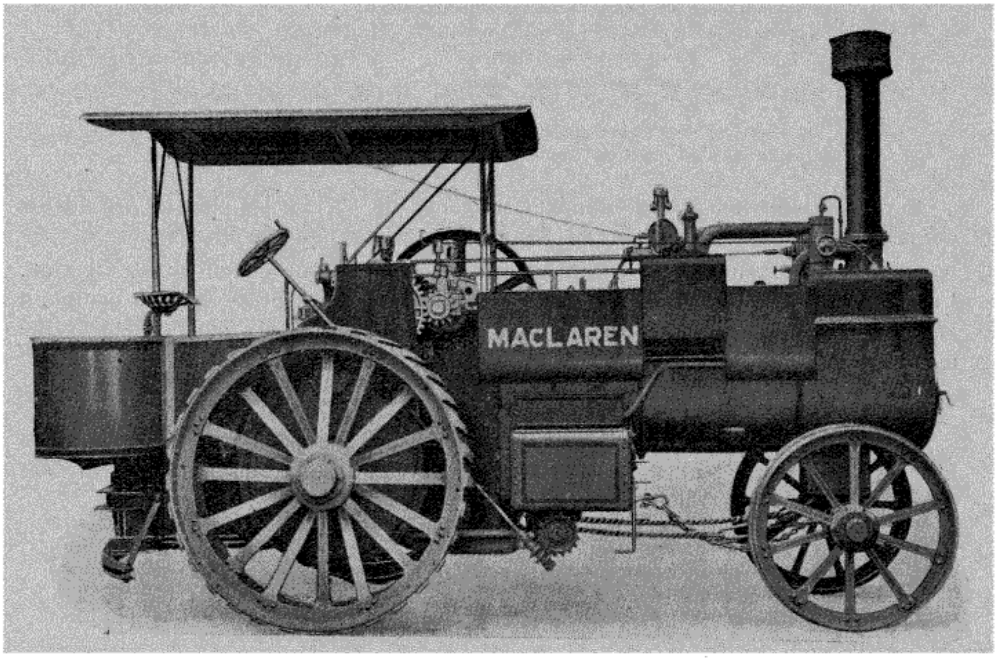


Fig. 8. — Tracteur Mac Laren.

en chicanes assurant le brassage des gaz de la combustion; à la sortie du surchauffeur, a température de la vapeur est voisine de 274° centigrades, et la température de la fumée est abaissée d'environ 100 degrés centigrades.

La chaudière peut supporter une pression de 14 à 15 kilogs par centimètre carré.

La boîte à fumée est garnie intérieurement d'une couche de calorifuge et le fond est protégé des effets du raclage par une plaque supplémentaire. La porte de la boîte à fumée supporte la tige de guidage lors de labours, et le siège du conducteur est placé sur la droite, à l'opposé du volant, afin de dégager la vue pour la direction. Le ramonage des tubes du surchauffeur et de la chaudière se fait par un jet de vapeur dont la prise est à l'avant de la chaudière.

Tous les organes de la machine et les pièces de protection sont bien étudiés; la hauteur laissée libre sous la machine est de $0^m,37$. A l'arrière, deux cylindres verticaux, de $0^m,76$ de diamètre et $0^m,60$ de hauteur, reçoivent le charbon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

* * *

Voici le résumé des principales constatations faites par M. Marmu aux Essais de Maison-Carrée, en juin 1912 (1) sur un tracteur Mac Laren de 100 chevaux, dans un terrain très dur, non labouré depuis de nombreuses années, en remorquant une charrue à dix corps :

Profondeur moyenne du labour (centimètres)	13 à 16
Vitesse moyenne en travail (mètre par seconde)	0,77
Temps moyen employé pour une tournée (minutes, secondes)	2' 04"
Surface labourée par heure de travail effectif (ares)	98,88
Consommation de charbon par hectare (kilogs)	135,6
— d'eau par hectare (litres)	749
— d'huile par hectare (litres)	1,68
— de graisse par hectare (grammes)	68
— de charbon pour la mise en pression (kilogs)	85
Temps de mise en pression (minutes, secondes)	52' 30"

Si nous tablons sur une profondeur moyenne de 0m,145, les chiffres précédents donnent un volume de terre de 10mc,7 remué par kilogramme de charbon.

Le personnel employé comprenait un mécanicien, un chauffeur et un aide. Le prix de revient du labour d'un hectare pour le travail précédent, en comptant le combustible, l'eau, l'huile, la graisse et les trois ouvriers cités, a été évalué à 11 fr. 25.

* * *

En avril 1913, aux Démonstrations organisées à Alger par l'Automobile-Club de France, le même tracteur Mac Laren de 100 chevaux a donné les résultats suivants (rapport de M. Ventou-Duclaux) :

Nombre de corps de charrue	10
Profondeur du labour (centimètres)	8 à 10 — 12 à 13
Largeur du travail (mètres)	4
Vitesse en travail (mètre par seconde)	0,62
Largeur des fourrières (mètres)	45
Temps employé pour une tournée (minute, secondes)	1' 50"
Nombre d'hommes employés	3
Surface labourée par heure de travail (ares)	48,59
Consommation de charbon (briquettes) par hectare (kilogs)	107
Consommation d'eau par hectare (litres)	827,4

En supposant une profondeur moyenne de 0m,1075 les chiffres précédents donnent un volume de terre de 10 mètres cubes remué par kilogramme de charbon.

Le rapport ajoute que « le terrain était très comprimé par les roues motrices avant le passage de la charrue. Le sol était bien retourné, mais la division était insuffisante. » La surface totale travaillée a été d'un peu plus de 2 hectares et demi.

* * *

Au Concours international de Chassart (Belgique), en septembre 1913, un tracteur Mac Laren de 50 chevaux a donné lieu à des constatations que nous résumons ci

(1) *Culture mécanique*, tome I, page 105.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessous. La longueur totale des raies était de 465 mètres en moyenne, fourrières non comprises, et le sol plat, argileux sec, assez facile à travailler.

Nombre de corps de charrue	12
Profondeur moyenne du labour (centimètres)	15
Largeur du travail (mètres)	4,25
Effort maximum de traction (kilogs)	3 484
Effort minimum de traction (kilogs)	1 768
Effort moyen de traction (kilogs)	2 240
Vitesse moyenne en travail (mètre par seconde)	0m,83
Traction par décimètre carré (kilogs)	35,3

Les mesures des consommations ont fourni des résultats nous permettant de calculer les chiffres suivants :

Profondeur moyenne du labour (centimètres)	15,5
Largeur du travail (mètres)	4,25
Nombre d'hommes employés	3
Surface labourée par heure de travail (ares)	100,46
Consommation de charbon par hectare (kilogs)	68,0
— d'eau par hectare (litres)	459,6
— d'huile pour cylindres par hectare (litres)	0,24
— d'huile pour mécanisme par hectare (litres)	0,571
Volume de terre remuée par kilogramme de charbon (mètres cubes)	22,7

Les essais de traction sur route, au Concours de Chassart, avaient lieu sur un parcours dont une partie n'était ni pavée ni empierrée. La route tournait à un endroit et revenait en faisant un angle de 30 degrés. La pente la plus forte était de 5 p. 100.

La charge à remorquer était constituée par deux vagons, l'un de 13 tonnes et l'autre de 9t,5, soit une charge totale de 22t,5. La longueur du parcours était de 7km,88. Une partie du chemin était défoncée, point auquel plusieurs concurrents perdirent beaucoup de temps, en particulier le tracteur Mac Laren. Les résultats furent les suivants :

Durée réelle du parcours (heures, minutes)	2h 43m
Vitesse moyenne utile (km. par heure)	2km,9
Consommation de charbon par tonne kilométrique (kilogs)	1kg,35
— d'huile de cylindres par tonne kilométrique (litre)	0l,0014
— d'huile ordinaire par tonne kilométrique (litre)	0l,0032
— d'eau par tonne kilométrique (kilogs)	3,90
Prix de revient de la tonne kilométrique	0fr,0618

Le personnel comprenait un mécanicien, un chauffeur et un aide. Il est difficile de donner un prix de revient exact dans les conditions que nous venons d'énoncer; le prix de 0fr,0618 ne comprend pas l'amortissement ni l'intérêt du capital engagé. Il serait dangereux de tabler sur un prix de revient calculé dans de telles conditions pour l'établissement d'un projet où il s'agirait de transports sur routes à l'aide d'une routière. Il semble, d'après le rapport du Jury du Concours de Chassart, que le trajet était assez difficile car il a nécessité des manœuvres spéciales, qui, certainement, sont susceptibles de se produire, mais d'une façon accidentelle et par conséquent disparaissent dans l'exploitation d'une année, alors qu'elles sont fort sensibles sur un parcours qui dure deux à trois heures. On a néanmoins raison d'imposer dans un Concours une difficulté supérieure à la normale, en prenant les précautions suffisante pour éviter toute erreur d'interprétation des résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur les appareils de culture mécanique destinés aux Colonies,

Par M. Victor Fichard, Ingénieur agronome.

Si, devant la pénurie et la cherté de la main-d'œuvre, la culture mécanique est à l'ordre du jour en France, on peut dire qu'elle se présente aux colonies comme l'âme de toute exploitation agricole (1). Aussi, des expériences contrôlées, telles que celles organisées par le Ministère de l'Agriculture, sont-elles du plus haut intérêt pour tous ceux qui s'intéressent à la mise en valeur de notre immense domaine colonial.

Les machines présentées aux essais de Grignon diffèrent totalement (tracteurs, charrues automobiles, machines rotatives) ou en partie (tracteurs-treuils) des matériels de labourage à treuil, qui donnent d'excellents résultats aussi bien en France (entreprises de labourage) qu'aux colonies. Elles permettent d'éviter les longues manœuvres de l'installation du chantier, qui nécessite une main-d'œuvre assez importante, et sont d'un prix d'achat beaucoup moins élevé.

Mais la conduite de ces machines automobiles est, en somme, chose délicate aux colonies, étant donnée la nature des pistes sur lesquelles elles sont appelées à se déplacer et, devant être maniées par des indigènes, insouciants, généralement fort inhabiles, elles seront soumises à de rudes à-coups pouvant les mettre rapidement hors d'usage. Personnellement, il me paraît plus pratique de recourir au labourage par câble actionné par deux treuils à moteurs, dont un seulement, si l'on veut, pour réduire les frais d'acquisition, serait automobile. On sait avec quelle exubérance croissent les mauvaises herbes dans les cultures en lignes, durant l'hivernage; le terrain détrempé ne permet pas de faire intervenir les attelages, les sarclages à la main laissent le sol piétiné sur toute sa surface. Notre matériel à treuils nous permettrait de faire un travail rapide, de bonne qualité, à l'aide d'une bineuse légère, travaillant sur plusieurs rangs, spécialement construite à cet effet.

Puis, nous avons deux moteurs qui peuvent venir rapidement se placer pour actionner des machines fixes : batteuses, égreneuses, teilleuses, et notamment des pompes centrifuges, car, dans bien des cas, l'irrigation est indispensable. Ils travailleraient toute l'année, remplaçant des machines à travail intermittent, et par suite s'amortiraient à un taux relativement faible.

Il semble que les constructeurs aient complètement délaissé la vapeur; c'est regrettable, car aux colonies nous avons maints endroits où la forêt peut, sans préjudice, nous fournir un combustible à très bon marché; de sorte que des tracteurs légers munis de moteurs à vapeur seraient des plus économiques.

Si nous devions recourir aux moteurs à explosions, qu'on nous donne des moteurs simples, robustes, soigneusement réglés quant à la consommation, pouvant fonctionner au pétrole qui est moins cher, moins dangereux, et surtout plus répandu aux colonies que le benzol.

Néanmoins, les expériences de Grignon et de Trappes montrent que la culture méca-

(1) Ces lignes sont extraites d'un article sur les expériences contrôlées de Grignon et de Trappes publié dans le *Journal d'Agriculture tropicale* (janvier 1914, p. 5) par M. V. Fichard, ancien agent de l'Association cotonnière coloniale, actuellement en mission officielle dans les principaux districts cotonniers des États-Unis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nique, bien qu'elle doive recevoir de nouveaux perfectionnements, est déjà chose pratique, et qu'elle est appelée à jouer un grand rôle dans le développement agricole de nos colonies.

Laboureuse rotative de M. Boghos Pacha Nubar,

par M. Max Ringelmann.

Après l'enlèvement d'une récolte, on prépare la terre, en vue d'une culture suivante, avec un ou plusieurs labours qui sont, selon les circonstances, suivis par des scarifiages, des hersages et des roulages plus ou moins énergiques.

L'opération capitale du labour, dont le terme est, de toute antiquité, synonyme de travail (*labor*), est effectuée à l'aide de charrues dont les formes et les dimensions des pièces travaillantes présentent de grandes variations d'un pays à l'autre; certainement ces formes sont, pour une grande part, influencées par la nature de la terre qu'il s'agit de travailler, mais elles sont également déterminées par la configuration qu'on se propose de donner au champ labouré. A cet effet le constructeur a, de tout temps, cherché et déterminé les formes et les dimensions des pièces travaillantes de la charrue, afin de se conformer aux desiderata exprimés par l'agriculteur de sa région en ce qui concerne la forme que doit avoir la bande de terre labourée.

C'est ainsi qu'on trouve pour chaque machine : à l'origine, un problème posé par l'agriculteur, demandant que tel ouvrage soit fait de telle façon, dans telles conditions; l'ingénieur et le constructeur arrivent ensuite, après des recherches, des essais, des tâtonnements plus ou moins longs, à présenter une machine dont les pièces, par leurs formes, leurs mouvements et leurs dimensions, effectuent le travail dans les conditions indiquées.

Au début, il suffisait à l'agriculteur de gratter et d'entr'ouvrir légèrement la terre fertile, à laquelle il ne demandait que de maigres récoltes; aussi la charrue primitive était-elle très simple. Peu à peu l'obligation d'augmenter les rendements eut comme conséquence le perfectionnement de la culture du sol qui demanda alors un travail plus complexe et, bien qu'il ne rentre pas dans notre idée d'ébaucher ici l'intéressante Histoire de la Charrue, nous pouvons dire qu'au XVI^e^ siècle on se préoccupait déjà de déterminer les caractéristiques d'un *bon labour*, afin d'en déduire des indications pour les améliorations à apporter aux charrues de cette époque.

***

C'est probablement au début du siècle dernier qu'on a posé, comme conditions d'un bon labour, que : « le sol soit soumis le plus possible à l'action des agents atmosphériques »; puis l'on arriva à dire qu'« un bon labour est celui qui présente des bandes de largeur et d'épaisseur uniformes, renversées régulièrement, sans être nécessairement rompues, suivant l'inclinaison la plus propre à les faire profiter de l'action gratuite si favorable des agents atmosphériques, et à rendre efficace et régulier le fonctionnement ultérieur des instruments spéciaux aux façons secondaires. »

Étant donnée cette théorie de l'action capitale des agents atmosphériques à la surface du labour, il n'y avait qu'un pas à faire pour chercher dans quelles conditions on obtenait le maximum de surface exposée à l'air, et ce sont les mathématiques qui aidèrent à le franchir. Une démonstration élégante fut bientôt trouvée, et aux conditions précitées du bon labour on ajoutait que « les bandes de terre doivent être inclinées à 45° les unes sur les autres », ce qui conduisit à observer un rapport constant entre la profondeur et la largeur du labour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin la question se précisa encore plus : « Pas de bon labour d'enfouissement de graines, de fumier on d'engrais verts sans un découpement régulier de la terre en bandes bien uniformes, et sans le retournement précis de ces bandes. On ne doit plus chercher à faire avec la charrue un travail complet de culture, mais seulement le découpage et le retournement de la terre sous forme de bandes régulières..., la charrue moderne ne doit pas avoir pour but de briser directement le sol en mottes..., sinon le retournement des bandes, qui est le but principal, n'est plus aussi régulier, aussi certain même. »

Ces conditions ainsi précisées dans les enseignements permettaient facilement toutes les déductions qui pouvaient résulter de l'étude de la charrue au point de vue mathématique.

Cependant, dès notre sortie de l'École, nous étions bien embarrassé de ne pouvoir rencontrer dans la pratique de bon labour conformément aux théories précitées ; jamais le retournement de la bande de terre n'était mathématique, jamais le labour n'était incliné exactement à 45 degrés et pourtant les praticiens qui les faisaient effectuer les considéraient comme excellents ! En ajoutant à cela que dans beaucoup de pays on emploie, avec intention, des charrues qui brisent le labour, nous arrivâmes peu à peu à ne considérer la théorie du retournement à 45 degrés de la bande de terre indéformable que comme un bel exercice de géométrie sur lequel nous n'insistons plus dans notre enseignement ; au contraire, nous disons que la question de la charrue ne pourra se préciser que quand les agronomes se seront mis d'accord, par des expériences répétées, sur ce qu'il faut entendre par un bon labour pour telle ou telle nature de terres, suivant les climats et les cultures.

***

En poursuivant, depuis 1891, à Grignon et au Muséum d'Histoire naturelle, ses recherches sur la nitrification des terres, Dehérain arriva à donner vers 1896, au sujet des labours, des conditions tout autres que celles admises jusqu'alors et qui eurent pour résultat d'engager les inventeurs à modifier complètement la forme des pièces travaillantes des charrues.

Dehérain, après avoir établi que la terre non ameublie contient assez d'oxygène sans qu'il soit besoin de la labourer, déclara qu'il faut surtout faciliter la rapide pénétration d'une certaine quantité d'eau dans le sol, pour que le travail des divers ferments nitrificateurs soit aussi continu que possible : un sol maintenu humide s'enrichit en azote.

Envisagé de cette façon, le labour doit être un ameublissement aussi énergique que possible, c'est une *pulvérisation du sol* (1) qui devient nécessaire, et non le simple retournement, à une certaine inclinaison, d'une bande de terre non déformée. La pluie pourra pénétrer rapidement dans ce sol très divisé, et constituer des réserves dans le sous-sol qui subira le minimum de pertes par évaporation.

Puis, au moment du semis, on cherchera à faire remonter l'eau, par capillarité, en brisant les mottes de la surface et en rapprochant les molécules de terre par une compression effectuée avec des rouleaux ; le grain ne sera pas mis en *terre creuse*, comme l'on dit en pratique, mais en terre humide et peu poreuse ; ce n'est qu'après la levée qu'on empêchera de nouveau, par des binages, l'ascension de l'eau aux couches superficielles du sol.

***

Pour l'application de cette théorie nouvelle, il faut évidemment des machines établies sur un tout autre principe que nos charrues actuelles, et il se pose de suite la question de savoir si la somme de travail mécanique dépensé pour pulvériser le sol, à la profondeur des labours ordinaires, est compensée par les résultats que la culture peut en tirer.

(1) Ici le terme de *pulvérisation du sol* doit être pris dans le sens de désagrégation des particules et de travail d'ameublissement très énergique de la terre, comme l'avait défini Dehérain, et non dans le sens mécanique, c'est-à-dire de broyage ou de mouture des différents éléments.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On considérait que la cultivation énergique du sol était obtenue avec les systèmes de labourage mécanique, et en particulier le labourage à vapeur; or, il résultait du concours, tenu en 1871 à Wolverhampton, par la Société royale d'Agriculture d'Angleterre, que les charrues à vapeur nécessitaient, au moteur, un travail mécanique moyen variant de 12,8 à 13,4 kilogrammètres par décimètre cube de terre labourée, alors que dans les modèles actuels de fortes locomotives-treuils, de 180 chevaux indiqués, cette dépense oscille de 8 à 11 kilogrammètres.

Quelle est la dépense de travail mécanique occasionnée par la pulvérisation du sol? Ce renseignement peut être fourni par les expériences que nous eûmes l'occasion de faire sur une machine imaginée par M. Boghos Pacha Nubar, et qu'il a désignée sous le nom de *Laboureuse rotative*, ou *Grinding Plough*.

***

L'idée fondamentale de M. Boghos Pacha Nubar, Ingénieur des Arts et Manufactures, et alors Directeur des Chemins de fer égyptiens (1898), était d'employer un

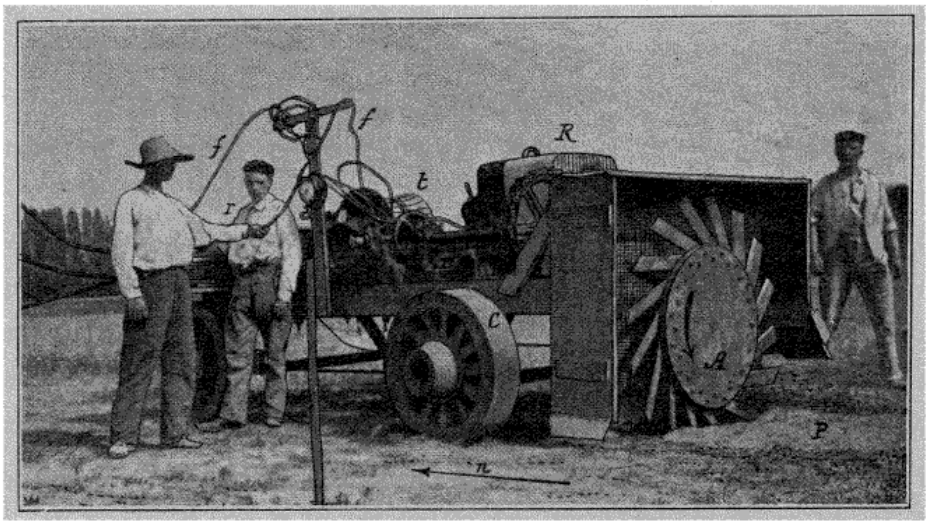


Fig. 9. — Laboureuse rotative, machine d'essais de M. Boghos Pacha Nubar.

nouveau système de pièces travaillantes pour obtenir la pulvérisation du sol. Après plusieurs tentatives préliminaires, il s'arrêta à la machine d'expériences que représente la figure 9.

La machine, de construction rudimentaire, est constituée par un chariot C sur lequel est montée une dynamo réceptrice R qui actionne, par des transmissions intermédiaires (formées de deux et de trois chaînes grossièrement ajustées) un arbre horizontal sur lequel est claveté un plateau porte-coutres A qui tourne, comme l'indique la flèche, dans le plan vertical à l'arrière du chariot C.

L'avancement de la machine, suivant la direction n, est effectué (dans cet appareil d'essais) par un câble de halage auquel on fait faire deux ou trois tours sur la poupée d'un treuil t commandé également par la dynamo.

Les expériences ont été effectuées par la Station d'essais de Machines, en août-septembre 1898 à la ferme de l'Institut national Agronomique, à Joinville-le-Pont,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une pièce de terre légère mais tassée (chaume) contenant des cailloux et des roches; une petite usine électrique avait été établie dans un angle du champ et envoyait le courant de la génératrice à deux fils aériens qu'un double trolley, par les fils *f* (fig. 9), mettait en relation avec la réceptrice R par l'intermédiaire d'un rhéostat *r*.

Le montage et l'ajustage de cet appareil d'essais, laissant beaucoup à désirer, explique la grande quantité de travail mécanique (et ses variations) que le mécanisme absorbait dans la marche à vide; pour son travail interne la dynamo réceptrice nécessitait, pour elle seule, de 104 à 144 kilogrammètres par seconde, qui n'ont pas été retranchés dans les calculs du travail à vide du mécanisme. Les constatations de travail mécanique ont été faites d'après l'énergie fournie à la réceptrice.

Le travail pratique P (fig. 9) effectué par les pièces travaillantes de cette machine a pour section un segment de cercle. Dans les différents essais on a fait varier la vitesse d'avancement du chariot, le nombre de tours et le diamètre à l'extrémité des coutres A sans modifier le nombre de ces derniers. Les deux tableaux suivants résument les essais qui ont réuni les meilleures conditions de fonctionnement :

Diamètre à l'extrémité des coutres	1m,44	2m,50
Diamètre du plateau porte-coutres	0m,90	0m,90
Nombre de coutres	16	16
Angle du tranchant des coutres sur le rayon prolongé	25°	25°
Essais à vide :		
Nombre de tours par minute du plateau porte-coutres	47,0	33,7
Travail mécanique dépensé par seconde, en kilogrammètres	257,6	390,0
Essais en travail :		
Nombre de tours par minute du plateau porte-coutres	47,6	20,76
Travail mécanique moyen dépensé par seconde, en kilogrammètres	345,1	840,0
Avancement par seconde	0m,25	0m,30
Effort total d'avancement, en kilogrammes	453	475
Dimensions de la section cultivée :		
Corde	1m,00	1m,35
Flèche	0m,22	0m,24
Section en décimètres carrés	14,2	20
Volume de terre cultivée par seconde, en décimètres cubes	35,5	60
Décomposition du travail,		
Travail, en kilogrammètres, par décimètre cube de terre cultivée :		
Mécanisme à vide	7,20	6,50
Avancement	3,19	2,37
Pièces travaillantes (par différence)	4,91	5,11
Total	15,30	13,98

Dans la première série d'essais la terre était finement pulvérisée sans être projetée latéralement; dans la seconde série d'essais la pulvérisation du sol était moins énergique, la terre était soulevée en partie et projetée par les coutres qui sont en trop petit nombre pour leur diamètre d'action et leur avancement.

La moyenne des essais donne par décimètre cube de terre cultivée :

Travail mécanique dépensé en kilogrammètres :		
Mécanisme à vide		6,85
Avancement de la machine	2,78	7,79
Pièces travaillantes	5,01	
Total		14,64

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec une bonne construction et un moteur à vapeur à commande directe, le travail à vide pourra être réduit à 3 kilogrammètres environ par décimètre cube de terre cultivée, de telle sorte que, tout en conservant le mode d'avancement par câble de halage, le travail mécanique total par décimètre cube ne dépasserait pas 11 à 12 kilogrammètres.

*
* *

Le travail pratique obtenu avec cette machine d'essais n'est pas comparable au labour effectué par une charrue ordinaire qui se borne à retourner la terre. Ici le sol est émietté et l'énergie du travail peut se concevoir, car étant données les vitesses de rotation et d'avancement, ainsi que le nombre des coutres, ces derniers découpent la terre et la travaillent par tranches minces de 20 millimètres d'épaisseur dans la première série d'essais et de 54 millimètres dans la seconde; suivant la nature du sol et des travaux à effectuer, on pourra donc modifier l'épaisseur de ces tranches et, par suite, le degré de pulvérisation, par le changement de la vitesse d'avancement de la machine relativement au nombre et à la vitesse de rotation des coutres.

A la suite des essais précédents, M. Boghos Pacha Nubar fit construire une machine qu'il présenta à l'Exposition universelle de Paris, en 1900; elle fonctionna devant le Jury international, dans la plaine de Bagneux, près du fort de Montrouge, alors qu'un

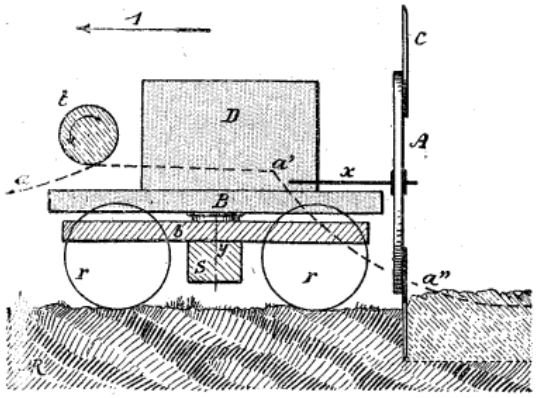


Fig. 10. — Principe de la laboureuse rotative électrique.

petit modèle électrique figurait dans le Pavillon ottoman. Le principe de ce petit modèle est donné par la figure 10 : sur un chariot b, porté par quatre roues r dont deux sont directrices, se trouve un bâti B qui supporte la dynamo D et la transmission du mouvement aux axes x des disques A munis des coutres C, et à un treuil de halage t sur lequel s'enroule le câble $a\ a'$, dévié ensuite par des galets ou des rouleaux, et disposé en arrière suivant a'' ; chaque extrémité de ce câble est reliée à une ancre qu'on déplace le long de la fourrière au fur et à mesure de l'avancement du travail. Arrivé à l'extrémité du rayage, on arrête les mouvements de A et de t, puis l'on soulève, par le mécanisme S, le châssis B sur le bâti b solidaire des roues r, et l'on fait tourner le châssis B autour de l'axe vertical y pour repartir dans la direction opposée à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la flèche 1. Ce modèle, que M. Boghos Pacha Nubar a bien voulu nous offrir, et que nous avons placé dans notre collection de l'Institut Agronomique, avait été établi en vue de répondre aux conditions suivantes : on trouve dans un certain nombre d'exploitations agricoles de l'Égypte une forte machine à vapeur fixe, qui ne travaille que pendant quelques mois de l'année pour élever les eaux nécessaires aux irrigations ; ce moteur est toujours au repos durant les travaux de culture alors qu'on pourrait utilement l'employer à actionner une dynamo envoyant, dans les champs, l'énergie nécessaire à une réceptrice chargée d'actionner les pièces travaillantes.

La grande laboureuse rotative, essayée à Bagneux, comprend une locomotive routière de Fowler, d'une puissance de 8 chevaux, pouvant en développer trente au travail maximum ; à l'arrière de la machine, un châssis, pouvant se déplacer verticalement sur deux roues, supporte un moteur à vapeur (alimenté par la chaudière de

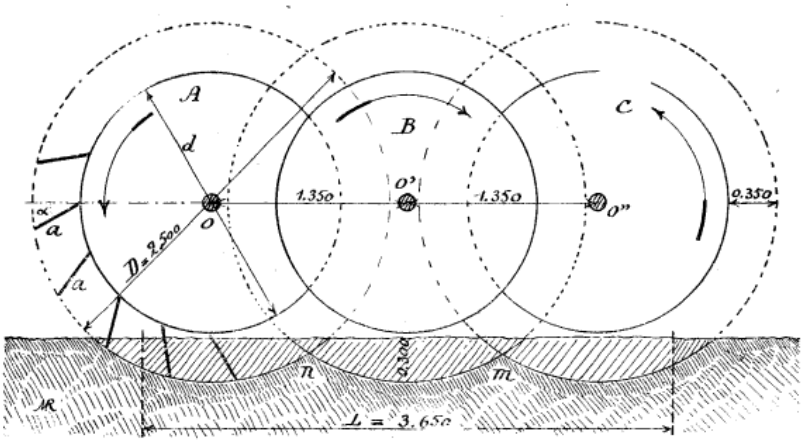


Fig. 11. — Pièces travaillantes de la laboureuse rotative de 1900.

la locomotive) qui actionne les pièces travaillantes constituées par trois disques A, B, et C (figure 11) pourvus chacun de coutres a dont le tranchant est incliné de 30° sur la ligne radiale (angle α). Chaque disque tourne autour de son axe o, o' et o'' dans le sens indiqué par les flèches, et les coutres a ameublissent le sol suivant une section indiquée en hachures, avec une largeur utile de travail L de 3m65. Les diamètres D et d sont respectivement de 2m50 et 1m80 ; les écartements oo' et $o'o''$ des axes sont de 1m35. Dans le modèle de 1900, des socs de cultivateurs étaient chargés d'ameublir les triangles n et m, mais ce dispositif n'a pas été employé dans les essais pratiques qui suivirent, et dont nous allons parler.

* * *

Pour ce qui concerne le fonctionnement, au début de chaque train, la locomotive étant au repos, on fait tourner les disques porte-coutres ; puis on laisse descendre leur châssis jusqu'à ce que les coutres aient atteint la profondeur voulue ; à ce moment, on fait avancer la locomotive routière qui laisse derrière elle une bande de terre pulvérisée de 3m65 de largeur. A l'extrémité du champ, on arrête la locomotive, on remonte le châssis des disques porte-coutres et l'on tourne sur la fourrière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque disque est pourvu de 16 coutres; on peut diminuer le nombre de ces coutres pour l'exécution de certains travaux; nous avons, en effet, déjà insisté sur la possibilité de faire varier le degré de pulvérisation du sol en modifiant le nombre de passages de coutres par mètre d'avancement de l'automobile.

Dans les terres très fortes de l'Égypte, la profondeur de la culture varie de 0^m25 à 0^m30; la vitesse d'avancement est de 0^m20 environ par seconde pour une largeur utile de travail de 3^m65. On cultive donc, en un seul passage, une surface de 44 mètres carrés par minute, ce qui, en travail pratique, donne 1 980 mètres carrés par heure, soit près de 2 hectares par journée.

* * *

Il fut convenu que M. Boghos Pacha Nubar procéderait, dans ses exploitations des environs du Caire, à des essais de culture, afin de déterminer l'influence de la pulvérisation du sol, comparativement au travail des charrues ordinairement employées.

Les essais ont eu lieu en 1901. Deux champs contigus de superficie à peu près égale (4 370 et 4 990 mètres carrés) ont été délimités et préparés aux essais, l'un A devant recevoir les façons culturales en usage dans le pays, l'autre B devant être travaillé avec la laboureuse rotative.

Les deux champs (sol très argileux, compact, exempt de pierres) qui avaient porté antérieurement la même récolte et étaient dans le même état de culture, ont reçu des doses identiques d'engrais par unité de surface (sorte de fumier ou compost constitué par le couchage des animaux : limon argileux qu'on retire des étables tous les trois ou quatre jours).

Le champ A a reçu en février et en mars trois labours, les deux premiers effectués à l'aide de la charrue égyptienne attelée de deux bœufs; cette charrue, pénétrant à 0^m10 ou 0^m11 de profondeur, laboure environ 2 000 mètres carrés par jour. La dernière façon a été donnée avec une charrue-balance de Ransomes, attelée également de deux bœufs, labourant par journée 1 500 mètres carrés environ à la profondeur de 0^m15 à 0^m17 au plus.

La préparation d'un hectare de terre du champ A, suivant le procédé ordinairement en usage en Égypte, nécessite ainsi de 16 à 17 journées d'un homme et 32 à 34 journées d'un bœuf.

Le champ B n'a reçu en mars qu'un seul passage de la laboureuse rotative pulvérisant le sol à une profondeur de 0^m25 à 0^m30; la préparation d'un hectare de ce champ nécessite environ une demi-journée de travail de la machine.

Dans les deux champs A et B le semis des cotonniers a été effectué dans la troisième semaine de mars; les mêmes graines (qualité et quantité) ont été employées par les mêmes ouvriers qui sèment à la main en poquets placés à des intervalles déterminés par la longueur d'un petite jauge en bois. Les soins identiques d'entretien ont été donnés aux deux champs pendant la période de végétation.

Comme d'habitude, la récolte a été faite en trois fois : la première cueillette a eu lieu en octobre, les deuxième et troisième dans le cours du mois de novembre, et les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Champ.	Labours.	Superficie en mètres carrés.	Récolte de coton (non égrené). totale en kilogr.	Récolte de coton (non égrené). par hectare en kilogr.
A. . .	3 labours avec des charrues ordinaires. . . .	4 990	1 249	2 503
B. . .	Un seul passage de la laboureuse rotative. . .	4 370	1 132	2 590
	Supplément de récolte, par hectare, du champ **B**.			87

Ajoutons que le coton non égrené a été vendu à raison de 0 f. 55 le kilogramme, soit un supplément de 48 francs par hectare pour le champ B dont les travaux de préparation du sol ont demandé beaucoup moins de temps que ceux du champ A.

Comme cette question de travail est précisément une des plus importantes pour la culture égyptienne (1), M. Boghos Pacha Nubar désirait surtout pouvoir constater si l'on obtenait le même rendement en remplaçant les seize à dix-sept journées de labourage ordinaire par une demi-journée de travail de sa machine ; à plus forte raison fut-il satisfait de voir une augmentation de récolte en faveur de la parcelle travaillée plus rapidement et plus profondément par la laboureuse rotative.

La figure 12 représente une photographie des racines de plantes arrachées dans les deux champs d'essais : à gauche sont les cotonniers du champ A, à droite ceux du champ B, et on a eu soin de choisir les végétaux les plus vigoureux dans les deux cas :

Champ.	Labours.	Profondeur de la culture.	Longueur des grosses racines.
A. . .	3 labours avec des charrues ordinaires. . . .	$0^m,10$-$0^m,11$ et $0^m,15$-$0^m,17$	$0^m,30$
B. . .	Un seul passage de la laboureuse rotative. . . .	$0^m,25$-$0^m,30$	$0^m,56$

Ainsi, en moyenne générale, la longueur des grosses racines est le double de la profondeur de la culture ; mais, d'un autre côté, on ne peut comparer le simple retournement des mottes de terre du champ A à la *pulvérisation* du sol de la parcelle B : dans cette dernière les plantes ont été vigoureuses dès le début de la végétation et ont pu se développer plus rapidement que dans le champ A ; enfin il est très possible, mais ce n'est qu'une hypothèse de notre part, que les coutres de la laboureuse rotative ébranlent et fendillent le sous-sol sur une certaine épaisseur, favorisant ainsi la pénétration des racines.

Pendant les essais précédents, M. Boghos Pacha Nubar arrêtait les plans et faisait construire, en France, aux ateliers Darblay, une nouvelle machine, dite modèle 1902 ; son programme était de diminuer le poids de la laboureuse par l'emploi d'une chaudière multitubulaire et d'un seul moteur à grande vitesse.

La chaudière Niclausse, employée dans cette machine, comporte 88 tubes de 1^m50 de long et 0^m04 de diamètre, présentant une surface de chauffe de 16 mètres carrés 59. En ordre de marche la contenance en eau est de 240 litres et la pression de 15 kilogrammes.

Le moteur à vapeur, de Boulte, Larbodière et C^{ie}, à détente fixe et à deux cylindres, peut, à 460 tours par minute et à une pression de 10 kilogrammes, donner une puissance de 30 chevaux en consommant 12 kilogrammes de vapeur par cheval-heure.

(1) Nos Colonies se trouvent dans des conditions analogues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur, par deux embrayages distincts, peut actionner simultanément ou consécutivement : les arbres des disques porte-coutres, les roues motrices placées en avant, et les vis de relevage du chariot disposées à l'arrière.

Les disques porte-coutres sont au nombre de trois A, B et C (figure 13) et tournent

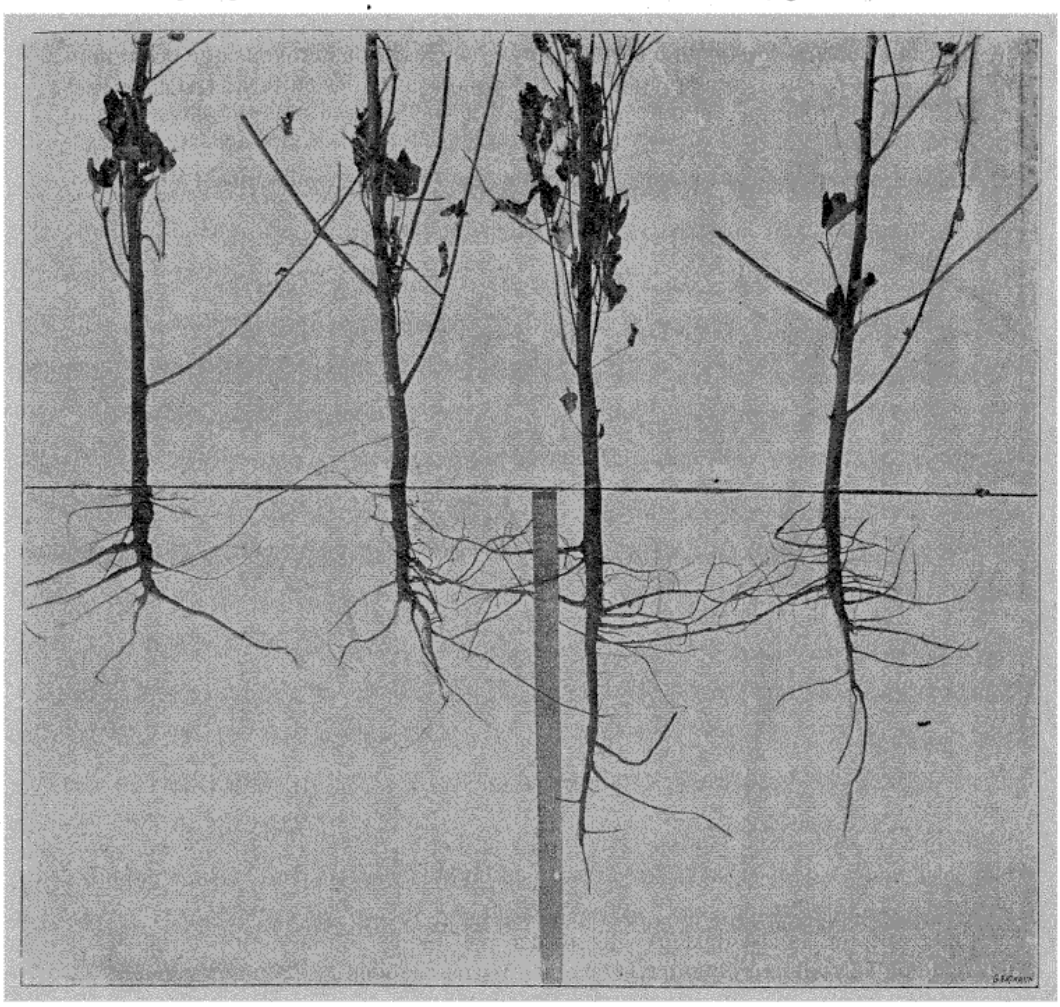


Fig. 12. — Photographie de racines de cotonniers.
Champ A (trois labours ordinaires à la charrue). || Champ B (un seul passage de la laboureuse rotative).

dans le même sens ; les deux extrêmes A et B ont trois mètres de diamètre (à l'extrémité des coutres *a*), et le disque central C a deux mètres ; la distance *oo'* est de $1^{m}90$; le centre du disque C est à $0^{m}55$ en dessous de la ligne *oo'* qui joint les centres des disques extrêmes. Cette disposition a été adoptée afin de réduire les zones triangulaires non travaillées (représentées en *m* et *n* dans la figure 11) ; la profondeur de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culture oscille de 0m30 à 0m21, comme l'indique la figure 13, pour une largeur utile de travail L de 2m90 (à la surface du sol la largeur pulvérisée est de 3m55).

Les disques A, B et C (figure 13) ont le moyeu en fonte, les bras en fer en U et les cercles en fer cornière ; ils peuvent recevoir à volonté 8, 12 ou 16 coutres suivant le travail à effectuer et la nature du sol. Ainsi, dans certains cas, avec 16 coutres à chaque disque, la laboureuse automobile laisse derrière elle trois sortes de faibles billons qui ne se produisent pas lorsqu'on n'emploie que 8 coutres ; nous croyons que ces vallonnements n'ont pas une grande importance sauf pour certaines cultures irriguées. Les disques font 22 tours par minute (vitesse qui a été reconnue la plus favorable au travail).

Les roues motrices sont placées à l'avant de l'automobile ; elles ont 1m50 de dia-

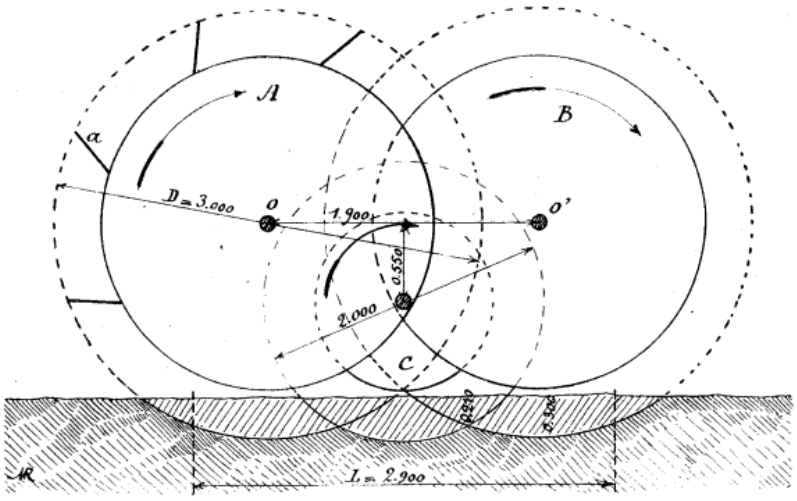


Fig. 13. — Pièces travaillantes de la laboureuse rotative de 1902.

mètre et 0m35 de largeur de jante métallique ; sur cette jante sont fixés des bois portant le diamètre à 1m70 et la largeur à 0m60 ; sur les bois, et obliquement, sont rapportés des fers en U.

En travail, on dispose de deux vitesses d'avancement selon la nature du sol et le degré de pulvérisation à obtenir : 0m12 et 0m31 par seconde.

Pour le transport sur route, d'un champ à l'autre, un engrenage de rechange permet de donner à l'automobile une vitesse d'un mètre par seconde. Chaque roue motrice est solidaire d'une couronne à denture intérieure actionnée par un pignon calé à l'extrémité de l'arbre du différentiel.

La direction est assurée par les roues d'arrière montées comme celles des automobiles ordinaires ; les roues directrices ont 1 mètre de diamètre et 0m47 de largeur de jante.

Le châssis est suspendu sur l'essieu d'arrière par deux fortes vis qui peuvent l'élever ou le descendre en faisant tourner deux écrous à l'aide d'un embrayage à friction ; le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conducteur déterre ou enterre facilement les coutres et règle la profondeur du travail tout en assurant la direction de la machine.

En travail pratique, cette laboureuse-automobile avance avec une vitesse de 0^m25 à 0^m30, travaille sur 2^m90 de largeur et 0^m21 à 0^m30 de profondeur. La surface pulvérisée pratiquement par heure (en 45 minutes de travail utile) oscille de 2 000 à 2 350 mètres carrés.

***

Les essais encourageants, obtenus par ces diverses tentatives, décidèrent M. Boghos Pacha Nubar à faire construire une autre machine dans laquelle la puissance était fournie par deux moteurs à pétrole. Nous n'insisterons pas sur ce modèle dont le fonctionnement laissait à désirer par suite de l'irrégularité de marche des moteurs.

La mise en pratique du modèle de 1901 a suggéré un certain nombre de modifica-

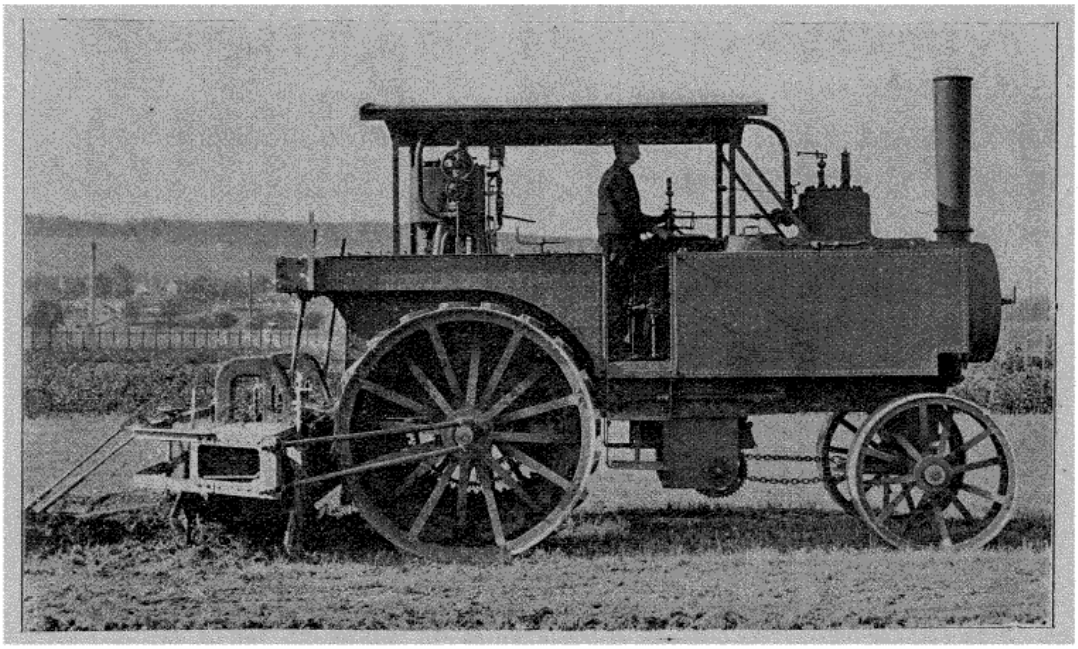


Fig. 14. — Laboureuse rotative à vapeur de M. Boghos Pacha Nubar (vue prise pendant le travail).

tions et de perfectionnements; une nouvelle machine fut construite à Winterthur (Suisse) en 1904. C'est à Winterthur qu'ont été prises les photographies représentées par les figures 14 et 15 avant l'expédition de la machine pour l'Égypte où elle fonctionna dès la fin de 1904; sur notre demande, M. Boghos Pacha Nubar a bien voulu nous envoyer les résultats de ses expériences que nous résumons dans les lignes suivantes.

La nouvelle machine se compose d'un tracteur à vapeur portant, à l'arrière, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laboureuse proprement dite, fixée d'une manière rigide à l'essieu au moyen de tirants (quatre intérieurs et quatre extérieurs aux roues motrices).

Le bâti des pièces travaillantes de la laboureuse peut se déplacer dans le plan vertical autour de l'essieu; il est maintenu dans sa position de travail par deux fortes vis que le moteur peut faire tourner, au moment voulu, pour modifier la profondeur de la culture et pour relever complètement les pièces travaillantes hors du sol lorsqu'on doit déplacer la machine d'un champ à un autre.

La figure 14 donne la vue longitudinale de la laboureuse en travail; la figure 15, la vue de la machine avec ses pièces travaillantes retirées du sol.

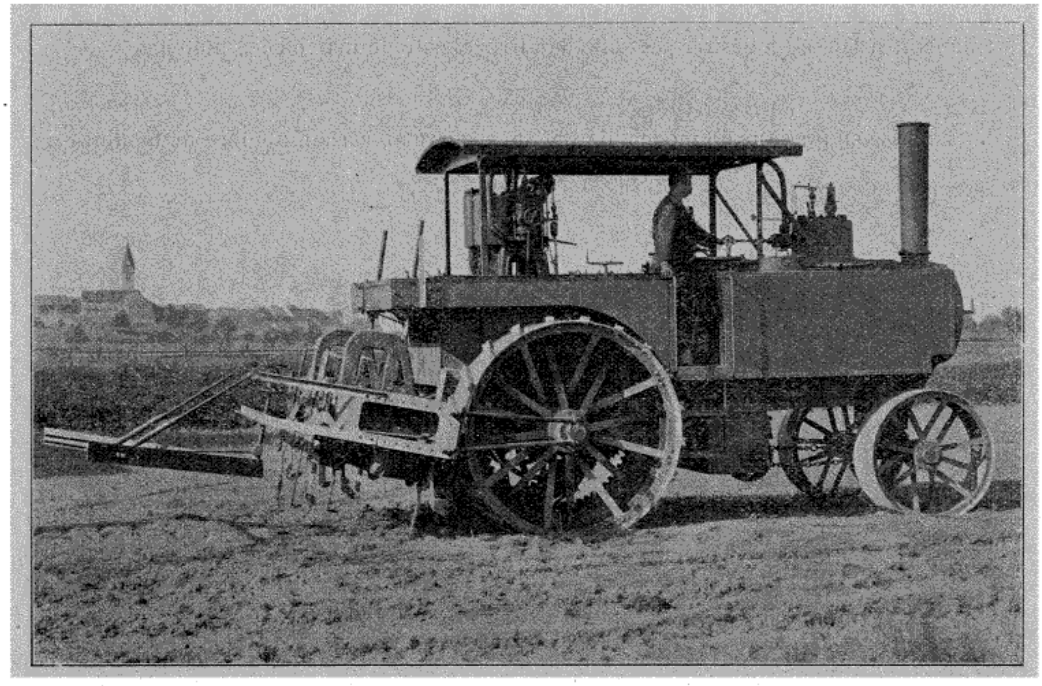


Fig. 15. — Laboureuse rotative à vapeur de M. Boghos Pacha Nubar (les pièces travaillantes sont retirées du sol).

Dans l'ancien modèle, les pièces travaillantes *a b* (figure 16) étaient des coutres rectilignes inclinés relativement au rayon *y*; la pointe de ces coutres, fixés au disque A tournant suivant la flèche *f*, parcourait la trajectoire *tt'* et entamait le sol sur la hauteur *xx'*, tout en se déplaçant avec la machine suivant le sens indiqué par la flèche *v*.

Dans le modèle de 1904 on a adopté des pièces qui avaient d'ailleurs été prévues dès 1897, mais sur lesquelles on n'avait pas encore fait d'expériences. Les essais de 1904-1905 ont montré la supériorité de ces nouvelles pièces qui sont définitivement adoptées; elles sont constituées par des bras radiaux *a b* (figure 17) en fer plat, fixés sur les disques rotatifs A tournant suivant la flèche *f*; l'extrémité est munie d'une lame pliée d'équerre *b*, en acier, dont le rôle est de miner en *b* la terre et de couper

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les racines; la muraille, sur la hauteur xx' est attaquée et brisée par le bras suivant, pendant que l'ensemble se déplace suivant la flèche n. De cette façon, la petite lame b est la pièce qui s'use le plus; son prix est insignifiant et on peut la remplacer très facilement en plein champ, car elle n'est fixée aux bras $a\,b$ que par trois petits rivets.

***

Qu'on nous permette d'insister sur le dispositif précédent qui peut sembler insignifiant à première vue, mais il cadre bien avec nos idées et notre enseignement, et, d'une façon générale, ne préoccupe pas assez les agriculteurs ni les constructeurs. Il faut bien se rappeler que dans le prix d'achat d'une machine, et surtout dans l'acquisition des pièces de rechange, le poids ou la quantité de matière (fonte, fer, acier, etc.)

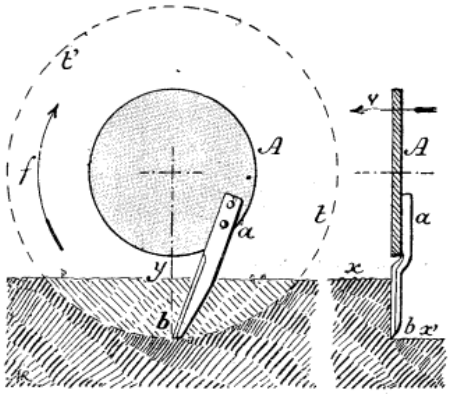


Fig. 16. — Pièce travaillante de l'ancienne laboureuse rotative.

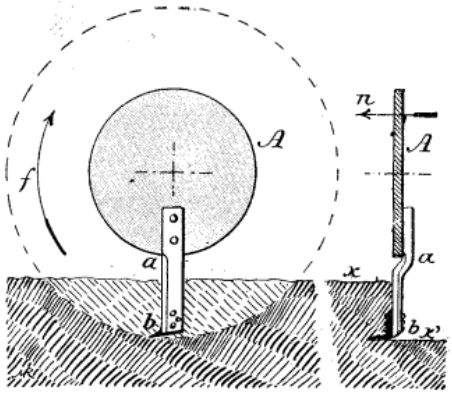


Fig. 17. — Pièce travaillante de la laboureuse rotative de 1904.

intervient dans une certaine mesure; qu'une pièce travaillante doit être mise au rebut (à moins qu'on la fasse recharger) dès qu'une certaine quantité de matière sur une étendue déterminée, a été enlevée par usure, résultant du travail même; de sorte que l'idéal d'une pièce travaillante, c'est-à-dire d'une pièce sujette à une usure obligatoire, est d'être conçue de telle façon qu'elle pèse le minimum lors de sa mise en réforme. Nous ne voulons pas, pour l'instant, développer cette question, mais nous ne pouvons nous empêcher de mettre sous les yeux du lecteur la figure 18 dans laquelle en A est un coutre et en B un soc de charrue, lesquels, neufs, ont le profil $a\,b\,c\,d$, ou $e\,f\,g\,h$, alors qu'ils n'ont plus que le profil u ou u', représenté en hachures, lorsqu'on les réforme après la perte (indiquée en noir) d'une très petite quantité de matière relativement au poids total de chaque pièce; ajoutons enfin que la pièce de rechange se vend un prix élevé (quelquefois plus de 1f50 le kilogr.), alors que la même pièce, mise à la ferraille, n'est souvent liquidée qu'au prix de 0f03 le kilogramme.

Nous ne connaissons pas le poids des équerres b (figure 17), mais on voit de suite qu'il est très faible relativement aux coutres $a\,b$ (figure 16) qu'il faut changer après le travail d'une surface dépendant de la nature du sol, toutes autres choses égales d'ailleurs (profondeur de la culture, nature du métal et vitesses de la pièce travaillante).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

* * *

La laboureuse comprend 6 disques A, B, C, D, E et F (figure 19), portant chacun 6 bras dont le diamètre d, à l'extrémité, est de 1^m40. Les disques sont placés sur 3 plans, et entre-croisés de telle sorte que les petits triangles non labourés sont tout à fait négligeables en pratique. Les disques avant A et F et les disques intermédiaires B et D font 36 tours par minute; les deux d'arrière C et E, qui tournent dans un sol

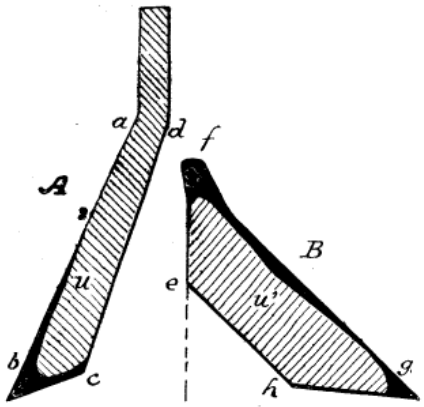


Fig. 18. — Usure d'un coutre et d'un soc de charrue.

déjà ameubli en grande partie, ne font que 27 tours pour éviter, autant que possible, les projections de terre; le sens de rotation de ces différents disques est indiqué par

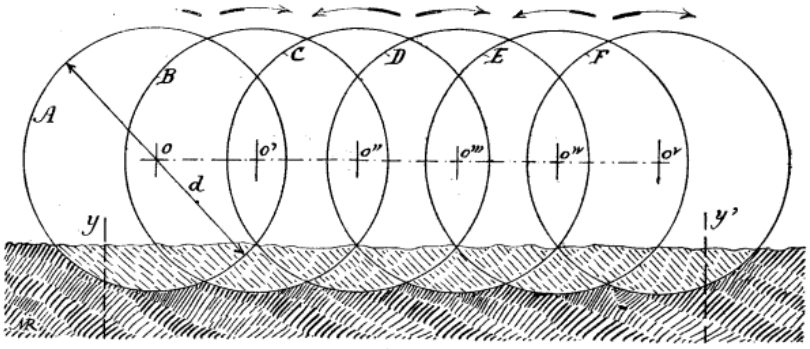


Fig. 19. — Projection des pièces travaillantes de la laboureuse rotative Boghos Pacha Nubar.

des flèches sur la figure 19; les axes o, o', o''... sont écartés de 0^m558. La largeur effective du travail (comprise entre les projections y et y'), fait en un seul passage, est de 3^m30.

Pour niveler le terrain cultivé, la laboureuse traîne derrière elle une sorte de rabot de raie en forme de V, dont la pointe est dirigée vers l'avant (figure 15).

Le tracteur est porté par deux roues motrices (1^m80 de diamètre et 0^m85 de jante) et deux roues directrices de 1 mètre de diamètre et 0^m40 de largeur de jante;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'empattement est de 3m30. Les soutes à eau contiennent 1 mètre cube; le poids de la machine est de 12 tonnes à vide, et de 14 tonnes en ordre de marche.

La chaudière, du type locomotive, d'une surface de chauffe de 24 mètres carrés, est timbrée à 12 kilogr.; elle renferme 140 tubes de 0m033-0m036 de diamètre; la surface de grille est de 49 décimètres carrés; la contenance en eau est de 720 décimètres cubes et en vapeur de 260 décimètres cubes.

Le moteur à vapeur, du type pilon, à deux cylindres compound (0m180 et 0m280 d'alésage et 0m300 de course), à tiroirs cylindriques, est placé au-dessus de l'essieu d'arrière; il porte sur le côté gauche un pignon avec embrayage à griffes, actionnant un engrenage qui tourne fou sur l'essieu. Cet engrenage est solidaire du pignon de chaîne qui actionne les disques porte-outils par l'intermédiaire d'un arbre parallèle à l'essieu et placé dans le châssis de la laboureuse.

Sur le côté droit du moteur à vapeur, un autre pignon, avec embrayage à friction. actionne l'arbre du différentiel qui transmet le mouvement aux roues motrices. La machine a deux vitesses d'avancement, qui sont de 0m33 et 0m47 par seconde pour une vitesse moyenne de 300 tours au moteur à vapeur (on peut augmenter le nombre de tours du moteur à vapeur : dans plusieurs expériences, on a pu le porter à 383 et labourer à la vitesse de 0m60 par seconde).

La question du virage a une très grande importance au point de vue des pertes de temps qui en résultent. En effet, la longueur des champs d'Égypte n'excède pas, en général, 300 mètres; la machine avançant de 0m50 par seconde, ou de 30 mètres par minute, met 10 minutes pour faire son train. Avec l'ancienne laboureuse, il fallait de 4 à 5 minutes pour tourner et venir se placer en ligne pour le train suivant. Il en résultait une grande perte de temps qui pouvait dépasser le tiers de la journée de travail. Le virage de la nouvelle machine ne prend jamais plus de 40 secondes et se fait sur place.

Pour arriver à ce résultat, on a commandé le virage de l'avant-train par un petit moteur. L'essieu avant, à pivot central, s'incline suffisamment pour que le virage puisse se faire sur l'une des roues motrices comme centre, en serrant fortement un frein à ruban sur le moyeu de cette roue.

L'expérience a montré qu'il était inutile de dégager du sol les pièces travaillantes pour effectuer le virage, à la condition de les maintenir en mouvement de rotation.

***

Dès son arrivée en Égypte, la laboureuse a été transportée dans la petite propriété de Choubrah, près du Caire, et les constatations suivantes ont été faites sur un champ d'une superficie de 10 hectares 62 ares.

Le sol y est très argileux et très compact. Le labour a été exécuté à une profondeur moyenne de 0m22; la terre a été tellement ameublie qu'il a suffi d'un seul labour avant de billonner pour y semer le coton, alors qu'avec les charrues à bœufs du pays, on fait au moins trois labours, comme nous l'avons déjà vu, et qu'il faut deux labours avec les charrues à vapeur du type ordinaire anglais à deux locomotives-treuils.

On a employé comme combustible 3 680 kilogrammes de briquettes de qualité très ordinaire, tant pour les mises en pression que pour le travail de labour; soit une moyenne de 347 kilogr. par hectare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le travail a été fait en trente-cinq heures, y compris les arrêts pour les approvisionnements d'eau, le graissage, les nettoyages du feu, etc.; soit une moyenne de 3 034 mètres carrés par heure.

En s'en tenant aux chiffres précédents, voici quel a été, à Choubrah, le prix de revient du travail par hectare :

		Par journée de 10 heures effectives.	Par hectare.
Charbon (1 050kg par jour) à 40f		42 »	13 88
Huile, graisse, etc.		1 50	0 45
Personnel :			
1 mécanicien	3 »		
1 chauffeur	1 50		
1 manœuvre	0 75	8 »	2 65
2 hommes et un mulet pour le tonneau d'alimentation d'eau	2 75		
		51 50	16 98

Le prix de la machine, rendue en Égypte, s'est élevé à 40 000 francs. En comptant 20 0/0 d'amortissement et d'entretien et une moyenne de deux cent cinquante jours de travail par an, ces frais sont :

Par an	8 000 »
Par jour de travail	32 »
Par hectare	10 54

Le labour d'un hectare reviendrait donc à 27f52.

***

A la suite de cette expérience, M. Boghos Nubar Pacha a cherché à supprimer le temps employé pour les approvisionnements d'eau. Sur les trente-cinq heures de travail, sept heures, soit 20 0/0, ont été employées pour prendre l'eau d'alimentation bien que la machine dispose d'un éjecteur puissant. Cette perte de temps peut être complètement supprimée en alimentant pendant la marche. A cet effet, un tonneau contenant 500 litres est tiré par un mulet sur le côté et à quelques mètres de la laboureuse; comme la machine n'avance guère que de 0m,50 par seconde, le mulet qui se déplace sur la terre non labourée peut facilement suivre; de la machine on aspire directement dans le tonneau avec l'éjecteur et un tuyau flexible. Ce dispositif, non appliqué aux essais et calculs précédents, a ainsi permis d'augmenter l'étendue travaillée par jour en diminuant le prix du travail par hectare.

***

Une Commission nommée par la Société Khédiviale d'Agriculture d'Égypte, a procédé au Caire, le 14 mars 1906, à des essais de labour avec cette machine. Le Rapport de la Commission, qui donne les résultats de ces essais, constate que la laboureuse-automobile a labouré une superficie de 6 300 mètres carrés en une heure, soit environ 6 hectares en une journée de 10 heures de travail. Le labour était fait à une profondeur de 20 à 22 centimètres, et la consommation de briquettes de charbon a été de 250 kilogs par hectare labouré. Le Rapport signale entre autres avantages qu'après un seul passage de la laboureuse rotative la terre est suffisamment travaillée pour ne plus nécessiter que le passage de la sillonneuse pour y semer le coton, tandis qu'avec les autres charrues à vapeur deux labours au moins sont nécessaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces essais, la machine de 14 chevaux (3m,30 de largeur de travail) fonctionnait sur un champ précédemment cultivé en bersim (trèfle), qui n'avait pas été arrosé depuis plusieurs mois et qui était par suite tout à fait sec et presque aussi dur que les terrains Charakis (1). La longueur du champ était de 300 mètres.

« Pour voir, dit le Rapport, si la laboureuse permettait le mélange des engrais chimiques tels que le superphosphate, et du fumier ou des engrais verts à enfouir dans le sol, on a jeté de la chaux et, sur un autre point du bersim (trèfle) dans une partie non labourée ; après le passage de la machine, nous avons constaté que la chaux était bien incorporée au sol dans toute la profondeur du labour et le bersim bien mélangé avec la terre.

« Comme personnel, il y a, sur la laboureuse, un mécanicien et un chauffeur; il faut en outre deux hommes pour la conduite du tonneau pour l'eau d'alimentation et pour le charbon.

« Comme on le sait, les charrues à vapeur ordinaires laissent la terre en grosses mottes après le premier labour, et un labour supplémentaire est nécessaire pour réduire la terre à une condition convenable pour les semailles. La laboureuse a un grand avantage, surtout en Égypte : c'est l'énorme économie de temps qui résulte de ce fait qu'on peut préparer les terres pour les semailles par un seul labour. Au cas où on voudrait effectuer un second labour, on a remarqué le jour de l'essai que cette machine passe sur la terre déjà labourée avec grande facilité. »

***

Dans l'été 1906, cette machine fut essayée avec succès complet à l'Exposition de Milan, sur un sol nu, sur une prairie récemment fauchée, et enfin sur un champ couvert de mauvaises herbes très drues et très hautes. Tous les organes de transmission aux disques étaient enveloppés dans un carter non étanche ; un petit ventilateur y envoyait de l'air, sous une très faible pression ; l'air, en s'échappant par les joints, empêchait l'introduction des poussières tout en refroidissant les axes et les coussinets.

***

A la suite de l'exposition agricole du Caire, de nouveaux essais eurent lieu à Choubrah le 2 mars 1907 dans une terre très forte et très dure. Voici les résultats constatés sur deux laboureuses par un de nos anciens stagiaires de la Station d'essais de Machines, M. George Carle, ingénieur agronome :

	Petit modele.	Grand modèle.
Surface de chauffe de la chaudière (mètres carrés)	16	24
Puissance du moteur (chevaux-vapeur)	11	14
Largeur de la bande de terre travaillée (mèt.)	2m,20	3m,30
Profondeur moyenne du labour (centimètres)	25	25
Vitesse d'avancement par seconde (mèt.)	0m,53	0m,53
Surface travaillée par heure (mètres carrés)	4 200	6 300
Surface travaillée pratiquement dans une journée de 10 heures, en tenant compte des virages et de diverses manœuvres (hectares, ares)	3h,78	5h,67
Consommation de charbon par hectare (kilog.)	320	250

Enfin ces deux laboureuses tournaient facilement dans un cercle de 5 à 6 mètres de diamètre, en un temps d'environ 40 secondes.

(1) Terrain qui n'a pas été arrosé depuis trois mois au moins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

Ces laboureuses sont toujours en service en Égypte, et, au lieu de nous limiter à la description du dernier modèle, nous avons cru intéressant de montrer la succession des principales transformations que lui a fait subir son inventeur à la suite de nombreux essais, dont nous avions dirigé les premiers. Nous avons laissé intentionnellement de côté quelques modèles qui n'eurent qu'une existence éphémère ; mais, par ceux dont nous avons parlé, on peut se faire une idée des difficultés de toutes sortes qu'on rencontre lorsqu'il s'agit de mettre au point une machine basée sur une nouvelle conception, comme de l'argent et du temps qu'il est nécessaire de consacrer à une semblable réalisation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

par M. A. Schubert

Compteur de puissance pour indicateurs (*The Engineer*, 3 octobre 1913). — Le dépouillement des diagrammes d'indicateur, c'est-à-dire leur planimétrage, est une opération toujours longue et ennuyeuse ; d'autre part, comme chaque diagramme ne s'applique qu'à une seule course du piston, on ne peut déterminer la puissance moyenne qu'après en avoir dépouillé un grand nombre ; de nombreuses tentatives ont été faites pour remédier à ces inconvénients et fournir par un moyen mécanique la pression moyenne dans le cylindre permettant de calculer la puissance en chevaux, mais ces appareils sont peu employés. C'est pourquoi M. Böttcher a inventé un compteur de puissance (fig. 1) que l'on peut monter sur l'indicateur de Maihak modifié (fig. 2). Ce

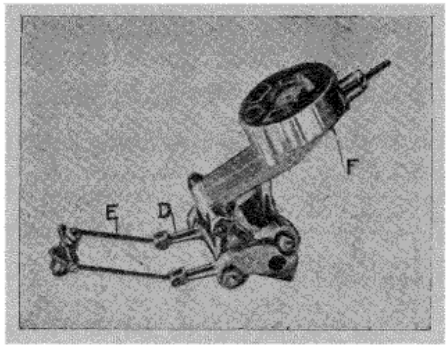


Fig. 1. — Compteur de puissance système Böttcher.

compteur n'est autre qu'un planimètre polaire placé au-dessus du tambour à diagrammes et accouplé avec le prolongement supérieur de la tige du piston de l'indicateur au moyen des leviers D et des bielles E, de façon à transformer le mouvement vertical de la tige de piston en un mouvement horizontal.

Lorsque le piston est à sa position inférieure, la roulette F du planimètre se trouve dans l'axe du tambour et, si l'on fait tourner le tambour, la roulette ne tourne pas, de même si le piston monte, sans que le tambour tourne, la roulette se déplace suivant un rayon du tambour, mais comme ce déplacement est parallèle à son axe, elle ne tourne pas non plus. Si, au contraire, le tambour tourne d'un angle θ, la roulette se trouvant à une distance r du centre du tambour, elle tournera d'un angle $\varphi = \frac{r\theta}{\rho}$, ρ étant son rayon. Or, r est proportionnel au déplacement du piston de l'indicateur, lui-même proportionnel à la pression de la vapeur dans le cylindre et θ est proportionnel au déplacement du piston de la machine. Donc φ mesure bien le produit de la pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par le chemin parcouru, c'est-à-dire le travail de la vapeur dans le cylindre. Or, si l'on divise le travail ainsi obtenu par le nombre de courses du piston, on obtiendra immédiatement soit le travail moyen de la vapeur par course, soit sa pression moyenne effective.

Le compteur Böttcher est facilement amovible; sa position sur la face supérieure du tambour se règle par la vis H et la pression de la roulette par le ressort G. Afin de se rendre compte de la précision qu'il permet d'obtenir, on l'a installé sur une machine pendant 15 minutes et on a relevé des diagrammes d'une façon continue; pendant ce temps le piston avait fait 2084 courses. La plus grande surface de diagramme

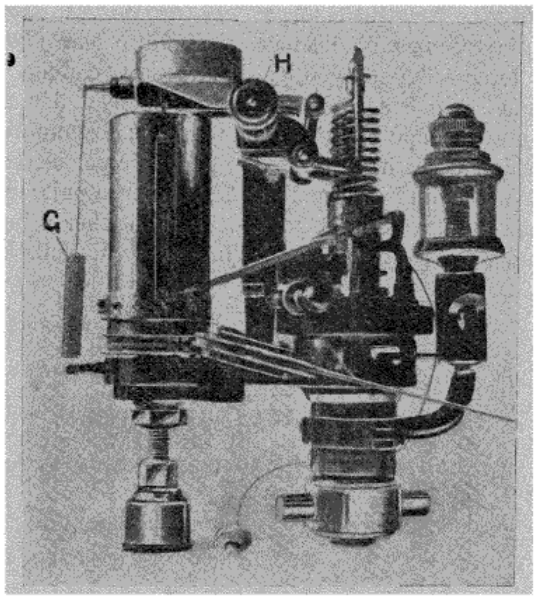


Fig. 2. — Compteur Böttcher installé sur un indicateur Maihak.

planimétrée a été de 325 mm² et la plus petite de 280 mm²; le compteur a fourni comme surface moyenne 300,5 mm².

De même, avec un moteur à gaz, les puissances relevées sur les diagrammes au moyen du planimètre ont été de 1 590, 1 715 et 1 782 ch. Le compteur a fourni comme puissance moyenne 1 670 chv.

Expériences sur les hélices, Ole G. Halvorsen (*The Engineer*, 26 septembre 1913). — L'auteur s'est proposé de rechercher un principe fondamental sur lequel pourrait être basée la construction des hélices et avant tout de trouver la loi du mouvement de l'eau par rapport à leurs branches. En effet, les essais que l'on a effectués jusqu'à présent ont bien permis d'améliorer leur rendement dans certains cas particuliers, mais il n'est pas possible de prévoir comment se comporterait telle forme d'hélice dans d'autres circonstances. L'auteur a pensé que cette loi, si elle existe, doit être fournie par l'eau elle-même et c'est afin de la trouver qu'il a imaginé le dispositif représenté figure 1. Dans l'une des pales creuses d'une hélice de 400 mm de diamètre il a percé au voisinage du bord d'attaque un certain nombre de trous de 1 mm de diamètre et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait communiquer l'intérieur de la pale d'hélice avec l'arbre creux sur lequel elle est montée ; à la partie supérieure de cet arbre est installée une pompe à bicyclette. La face d'attaque de la pale d'hélice a été recouverte d'une mince couche de vernis à l'asphalte aussitôt avant chaque expérience et l'arbre creux a été rempli de pétrole ordinaire. Pour faire une expérience, il plonge l'hélice dans un bassin plein d'eau et la fait tourner ; lorsque l'eau du bassin a pris un mouvement uniforme déterminant un courant sensiblement perpendiculaire au plan de l'hélice, au moyen de la pompe à bicyclette il refoule le pétrole qui sort par les trous ; il est évident que le pétrole sera entraîné par le courant d'eau et partout où il viendra en contact avec le vernis, il le dissoudra. Le mouvement relatif de l'eau par rapport à celui de l'hélice sera ainsi inscrit sur les faces de sa pale. Ces essais ont montré qu'avec des hélices à génératrice recti-

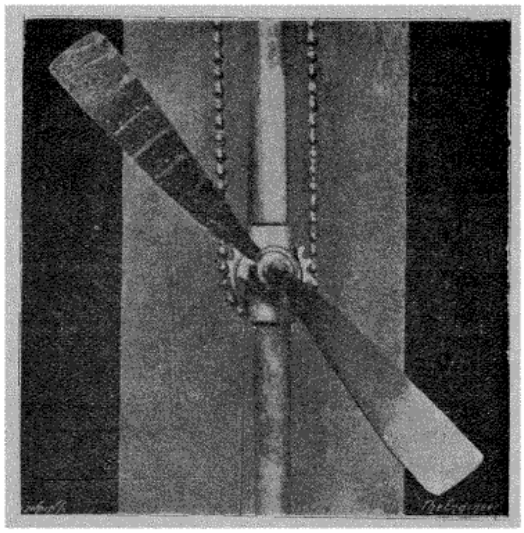


Fig. 1. — Dispositif d'expérience et traces des filets liquides sur la branche de gauche de l'hélice.

ligne perpendiculaire à l'axe, les traces de pétrole sont divergentes vers le bord et vers l'axe de la pale d'hélice (voir fig. 1) ; il existe donc des forces centrifuge et centripète qui infléchissent les filets liquides ; on a constaté également que leur déviation augmente avec le pas de l'hélice et que leur point de convergence (fig. 2) s'éloigne de l'axe ; la position de ce point dépend du pas et du nombre de branches, mais non de la vitesse de rotation. L'existence de ces forces centrifuge et centripète peut s'expliquer de la façon suivante : puisque l'hélice imprime à l'eau un mouvement parallèle à son axe, on peut la supposer remplacée par un disque percé d'un trou en son centre et se déplaçant parallèlement à lui-même ; il est évident que, sous l'effet du mouvement du disque, l'eau cherchera à passer par les bords et par le trou central et les filets liquides s'infléchiront. Par conséquent, pour annuler ces forces radiales, il suffit de courber la génératrice de l'hélice de façon que les réactions produites par cette courbure soient égales et opposées aux forces en question.

On augmente ainsi le rendement de l'hélice.

Toutefois on ne pourra pas éviter complètement le mouvement centripète au voisi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nage de l'axe, car il est produit d'une part par l'angle du pas qui, à cet endroit, est si grand que la composante axiale de la réaction est presque nulle et d'autre part par l'aspiration de l'eau qui vient remplir le creux qui se forme derrière l'axe.

La courbure à donner à la génératrice varie avec le pas de l'hélice et le nombre de branches.

La figure 3 représente une hélice à trois branches de 750 mm de diamètre, construite d'après les indications de l'auteur.

Un hélice du même système a été montée sur le remorqueur *Storsjö* de la Chris-

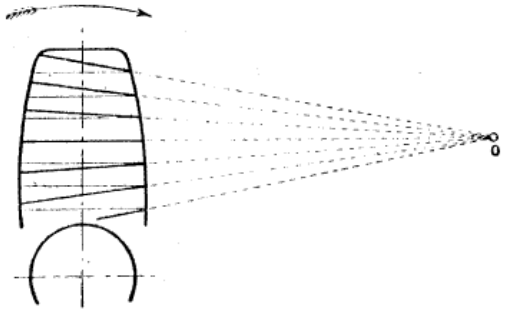


Fig. 2. — Point de convergence des filets liquides sur la branche de gauche de l'hélice.

tiania Tömmerdirecktion, ayant un déplacement de 592 t et mû par une machine de 100 ch tournant à 168 t/min.; essayée au point fixe, elle a donné sur le câble de

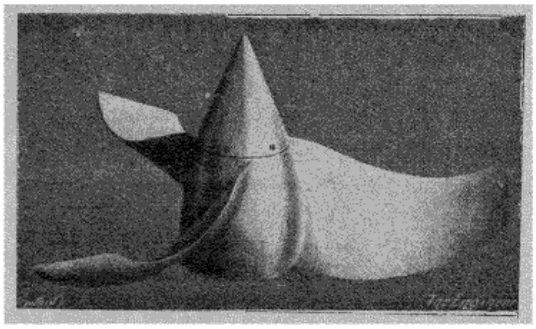


Fig. 3. — Hélice construite d'après les indications de l'auteur.

remorque une traction de 1 350 kg à 140 t/m et le navire se déplaçant à une vitesse de 2 nœuds, une traction de 1 100 à 1 200 kg à 133 t/min. Les résultats obtenus ont été très favorables et ont montré que l'hélice laisse un sillage très calme; la réversibilité est très satisfaisante.

Locomotive électrique articulée (*Railway Age Gazette*, 7 novembre 1913). — La Compagnie du New York Central Railway exploite électriquement la partie de son réseau qui se trouve entre Harmon et le terminus récemment construit au centre de New York; les trains à remorquer peuvent atteindre un tonnage de 1 000 t à une vitesse de 100 à 110 km/h; les 57 locomotives électriques assurant ce service pèsent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

100 t et peuvent développer une puissance de 1 460 ch en marche continue, 2 000 ch pendant une heure et 5 000 ch pendant peu de temps ; elles sont alimentées par du courant continu à 600 volts et sont portées par 4 bogies à 2 essieux dont chacun est moteur. Les charges des trains ne cessant d'augmenter et dépassant 1 000 t pour certains d'entre eux parmi les plus importants, la Compagnie fait construire six nouvelles locomotives pesant 110 t pouvant développer une puissance de 2 000 ch en marche continue et 2 600 ch pendant une heure ; ces locomotives peuvent remorquer d'une façon continue des trains de 1 100 t sur le parcours de Harmon au terminus de New York, soit sur une distance de 58 km, et d'une façon exceptionnelle des trains de 1 200 t à la vitesse de 100 km/h. Ces locomotives (fig. 1) sont portées sur un châssis double, articulé en son milieu, et dont chaque partie repose sur deux bogies à deux essieux. Chaque essieu est actionné par un moteur bipolaire refroidi par ventilation forcée. Les moteurs sont accouplés deux par deux en parallèle et les quatre paires peuvent être accouplées suivant trois combinaisons, en série, en série-parallèle et en parallèle. Ils sont disposés de façon que, si le voltage était doublé, il suffirait de les accoupler deux par deux en série pour qu'ils puissent fonctionner à la même vitesse et être commandés par le même contrôleur qu'à 600 volts.

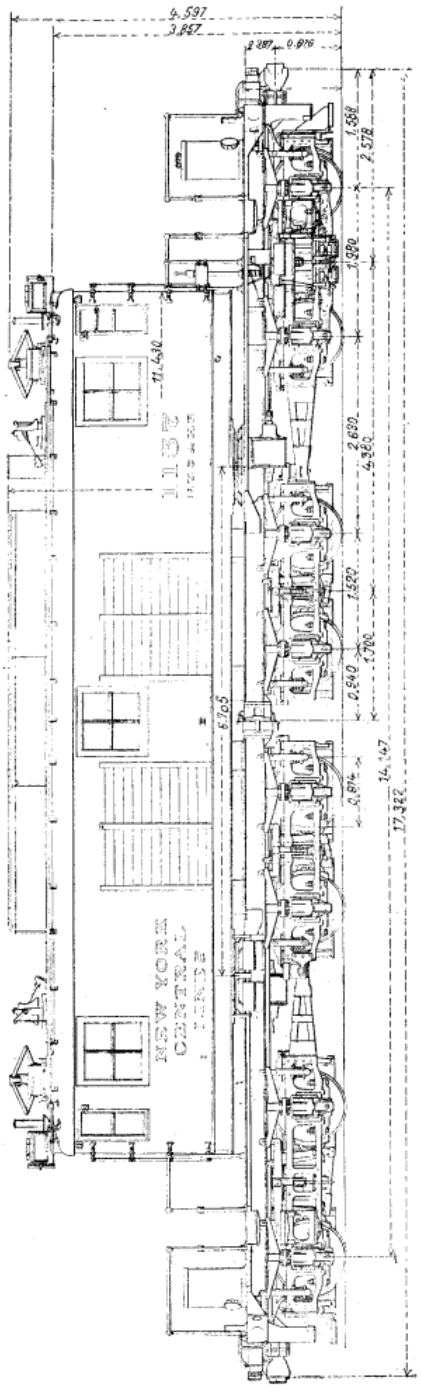


Fig. 1. — Locomotive électrique articulée de la Compagnie du New York Central Railway.

Nouvelle méthode de refroidissement des moteurs à gaz, B. HOPKINSON (*Mechanical World*, 8 et 15 août 1913). — Dans les moteurs à gaz, il se produit un échange de chaleur entre les gaz chauds et les parois du cylindre ; cette importante particularité est caractéristique de leur mode d'action.

Les gaz cèdent aux parois du cylindre environ 30 p. 100 de la quantité de chaleur qu'ils contiennent et cette chaleur doit leur être enlevée ; sauf dans les petits moteurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à refroidissement par l'air, cette chaleur est enlevée aux cylindres par circulation extérieure d'eau froide ou pour les gros moteurs par circulation d'eau dans le piston et autour de la soupape d'échappement.

Or le refroidissement par circulation d'eau présente des inconvénients ; l'enveloppe du cylindre et les installations nécessaires à la circulation augmentent le poids et le prix du moteur ; la différence de température nécessaire pour qu'il s'établisse un écoulement de chaleur entre la face interne du cylindre, par où elle entre, et la face externe, par où elle sort, doit être d'environ 20 degrés par centimètre d'épaisseur de paroi ; or dans les cylindres dont l'épaisseur peut atteindre 75 mm, il est difficile de réaliser une circulation régulière en tous les points des parois du cylindre et du piston ; il en résulte des inégalités de dilatation entraînant des criques dans le métal ; d'autre part, la présence de points où la température est très supérieure à celle de l'eau peut amener des allumages prématurés surtout s'il y a des dépôts de charbon ou de goudron ; il peut en résulter des accidents et, en tout cas, une réduction de la puissance du moteur ; c'est ce qui empêche de faire marcher les moteurs à leur puissance maxima d'une façon continue et de réaliser ainsi des économies de combustible pouvant atteindre de 20 à 40 p. 100. M. Hopkinson a donc eu l'idée, qui d'ailleurs n'est pas nouvelle, d'introduire de l'eau dans le cylindre, de façon à entraîner la chaleur par la vaporisation de cette eau arrivant au contact des parois chaudes ; mais pour arriver à un résultat satisfaisant, qui n'a pu être obtenu jusqu'à présent, il faut que l'eau soit distribuée uniformément dans le cylindre et qu'elle ne soit pas à l'état de vapeur avant d'arriver au contact de ses parois, sans quoi, d'une part, la chaleur des parois doit se dissiper par conductibilité et il en résulte des inégalités de température et, d'autre part, à l'état de vapeur ou de poussière, elle n'a pas d'action refroidissante et ne pourrait servir qu'à modérer la violence des explosions et à éviter les allumages prématurés. Par conséquent, M. Hopkinson injecte l'eau dans la chambre de combustion au moyen d'une tuyère percée de nombreux trous d'environ 0,8 mm de diamètre qui la dirigent contre toutes les parois de cette chambre et contre le fond du piston.

Comme la présence de l'eau dans les cylindres de moteurs à gaz a des conséquences très fâcheuses, car elle dissout l'acide sulfureux contenu dans le gaz et le transforme en acide sulfurique qui attaque le métal, il est indispensable qu'il ne puisse y avoir d'eau en contact avec les parois, ce qu'on obtient en réglant la quantité d'eau injectée de façon que la température des parois du cylindre reste toujours supérieure à 100°.

On a pu se contenter d'injecter l'eau dans la chambre de combustion et sur le fond du piston, car c'est au moment de l'allumage, c'est-à-dire quand le piston est à fond de course que l'échange de chaleur est de beaucoup le plus important, comme l'a montré M. Dugald Clerk ; la chaleur fournie par les gaz aux parois du cylindre est alors entraînée par le piston pendant sa course de retour.

Ce système a été appliqué à un moteur Crossley de 40 ch avec cylindre de 292 mm d'alésage et 533 mm de course, tournant à 180 t/min dans lequel on avait remplacé le cylindre par un autre ne comportant pas d'enveloppe et installé l'appareil d'injection d'eau formé d'une sorte de crépine en fonte percée de 25 trous de 0,6 mm de diamètre (fig. 1) ; l'eau était refoulée par une pompe à piston plongeur actionnée par une came montée sur l'arbre de commande des soupapes ; le mouvement du piston commençait 30° avant et finissait 30° après l'allumage, de sorte que l'eau n'était injectée que lorsque les parois du cylindre étaient pratiquement recouvertes par le piston ; de cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façon l'eau ne pouvait jamais arriver sur les surfaces frottantes et troubler le graissage.

On a fait tourner le moteur pendant 120 heures de suite en l'alimentant au gaz de houille ; il a fourni une puissance moyenne de 43 ch, alors qu'avant sa transformation il ne développait que 40 ch sans chauffer ; la pression moyenne a été de 7,1 kg/cm² au lieu de 7,03 kg/cm², mais la pression initiale qui atteignait 35 kg/cm² et donnait lieu à des explosions très violentes a été abaissée de 7 kg/cm² et les explosions devenaient à peine perceptibles.

La consommation d'eau a été de 45 l par heure, soit 1,08 l par cheval-heure ; la tem-

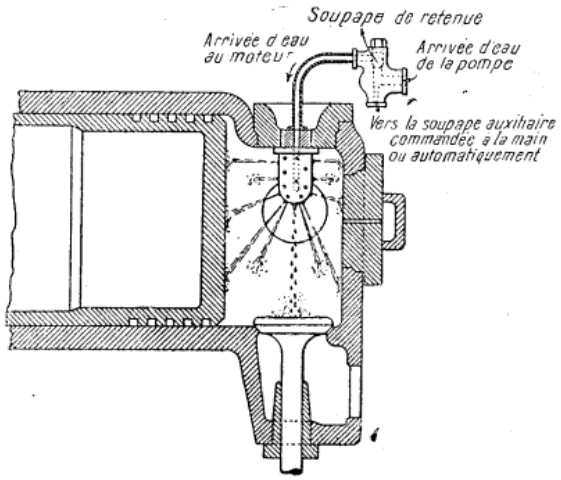


Fig. 1. — Appareil d'injection d'eau de refroidissement d'un moteur à gaz.

pérature était de 150 à 180° ; on ne put découvrir de trace d'eau sur le piston ni sur les tiges des soupapes et, à l'arrêt, les surfaces de la chambre de combustion ont été trouvées parfaitement propres. La consommation de gaz de houille a été de 0,42 m³ par cheval-heure ; les diagrammes d'indicateur ont montré que la diminution de la pression initiale était compensée par l'élévation de la courbe de détente ; la pression se maintenait mieux, d'une part, grâce à la présence de la vapeur d'eau, d'autre part, grâce à la diminution des pertes de chaleur. Le moteur fonctionne depuis deux ans avec du gaz de gazogène sans que l'on ait trouvé trace de corrosion dans le cylindre.

En présence de ce résultat, on a monté le même dispositif sur un moteur à cylindre de 472 mm d'alésage puis sur un moteur à cylindre de 915 mm développant 1 000 ch, l'injection se faisant par 45 jets de 0,6 mm. Ces moteurs fonctionnent d'une façon irréprochable et on a trouvé que la quantité d'eau à injecter est indépendante des dimensions de la machine car elle est restée voisine de 1,1 l par cheval-heure.

Détermination expérimentale du rendement des câbles de transmission, Bonte (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 25 octobre 1913). — Afin d'éliminer les causes d'erreur provenant des mesures électriques, l'auteur a employé le dispositif d'essai suivant (fig. 1 et 2).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un moteur à courant alternatif de 200 ch monté sur l'arbre A entraine l'arbre B par transmission funiculaire; sur l'arbre B est montée une poulie à gorges de 3 m de diamètre et une poulie de frein refroidie par l'eau; l'énergie est transmise par les câbles qu'il s'agit d'expérimenter à une autre poulie à gorges de même diamètre montée sur l'arbre C qui porte également une poulie de frein. Les arbres sont installés dans des paliers à billes et chaque poulie comporte trois gorges à faces inclinées à 45°; les câbles sont montés avec une tension S_0 supérieure à celle de la pratique habituelle et déterminée par la formule :

$$S_0 = \frac{a^2 q}{8h}$$

dans laquelle a est l'écartement des arbres, q le poids de câble par mètre courant, h la flèche.

Les vitesses tangentielles ont été de 12,25 et 35m/s. Pour faire un essai, on mesure

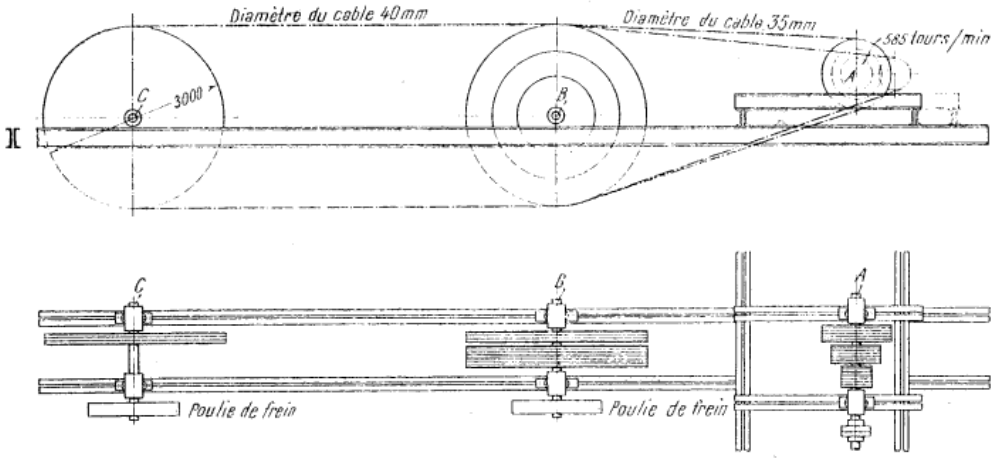


Fig. 1 et 2. — Dispositif d'essai de transmissions funiculaires.

le nombre de tours n_2 et la pression G_2 sur le levier du frein nécessaire pour absorber la puissance E_2 fournie par le moteur et mesurée par un wattmètre de précision. Puis on démonte les câbles expérimentés et on fait tourner le moteur de façon à lui faire fournir une puissance E_1, aussi égale que possible à E_2; on a pu arriver à ne faire différer E_1 de E_2 que de 0,25 p. 100. Comme, dans ce deuxième cas, il n'y a pas eu d'énergie absorbée par la transmission, la pression G_1, sur le levier du frein monté sur l'arbre B, doit être plus élevée que dans le premier cas. Le rendement exact de la transmission sera donc :

$$\eta = \frac{G_2}{G_1} \frac{n_2}{n_1} \frac{E_1}{E_2}$$

puisqu'il est nécessaire de tenir compte des différences entre n_2, E_2 et n_1, E_1.

Le rendement ainsi évalué est celui qui intéresse celui qui emploie le transmission, car il tient compte de toutes les causes de pertes : glissement du câble, raideur du câble, frottement des paliers et résistance de l'air sur les poulies. En faisant varier la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tension des câbles ($K = \frac{\text{force tangentielle utile}}{\text{section des câbles}}$) de 8 à 75 kg/cm², la vitesse de 15 à 35 m/s, et le nombre de câbles de 1 à 3, le rendement moyen a été trouvé égal à 97,3 p. 100 pour des puissances de 200 ± 60 ch. Les câbles employés étaient des câbles Virax de 45 mm de diamètre, d'une souplesse tout à fait particulière.

En même temps, on a déterminé la perte de vitesse résultant des variations de charge; des essais antérieurs ont montré que la détermination théorique du rapport de transmission de deux poulies est incertaine par suite de l'impossibilité de mesurer le diamètre utile des poulies à gorges. Cette incertitude est d'autant plus grande que les diamètres des poulies sont plus différents. C'est pourquoi on a pris des poulies de même diamètre : on a trouvé les pertes de vitesses P suivantes en fonction de la tension unitaire K :

Pour K = 13 ,	P = 0,13 p. 100.
= 25	= 0,25 —
= 37,5	= 0,40 —
= 75	= 1,00 —

Ces mesures n'ont pu être faites pour des charges inférieures, car les pertes sont trop faibles : sous la charge très élevée de K=75, environ 10 fois plus forte que la charge habituelle, on a constaté un très léger glissement des câbles. On voit, par ces expériences, que le rendement d'une transmission funiculaire est fort élevé et nullement inférieur à celui d'une transmission par courroie; il dépasse même probablement celui des transmissions par courroies doubles et triples; c'est d'ailleurs facile à comprendre à cause de la raideur des courroies par rapport à la souplesse des câbles.

D'autre part, le glissement n'est à craindre que dans le cas de charges très élevées, de sorte qu'il semble qu'on pourrait charger les transmissions funiculaires plus qu'on n'a l'habitude de le faire. On pourrait ainsi réaliser une économie très appréciable, à cause du prix élevé des courroies de transmission.

Détermination expérimentale du travail de la résistance de l'air dans un volant, HEINRICH (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* du 6 décembre 1913).

Les essais ont consisté dans la détermination du travail d'une machine à vapeur tournant à vide et entraînant un volant dont les bras restèrent d'abord découverts puis furent recouverts d'une tôle de chaque côté (fig. 1 et 2); la machine était monocylindrique à échappement libre, timbrée à 9 kg /cm²; le travail a été relevé sur les diagrammes d'indicateur, les vitesses ont été de 90, 110 et 130 t/min. Le volant avait 4 m de diamètre, 570 mm de largeur à la jante et 6 bras. Les résultats obtenus sont représentés par les courbes de la figure 3, donnant les travaux des diagrammes d'indicateur en fonction de la vitesse pour les deux cas ; on voit que l'économie de travail résultant de la couverture des bras, varie de 2 à 4 ch pour les vitesses de 90 à 130 t/min. Cette économie qui représente en même temps le travail L produit par le mouvement des bras, peut être déterminée en fonction de la vitesse en se basant sur les résultats des expériences. Soit $L = Cn^k$, C étant une constante, n le nombre de tours. On trouve, d'après les essais, que cette équation devient :

$$L = 2{,}02 \left(\frac{n}{100}\right)^3 \qquad (1)$$

en prenant les valeurs moyennes déterminées. Mais la résistance de l'air dépend

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore du diamètre du volant, de la forme et du nombre des bras et du voisinage du volant qui peut influencer les mouvements de l'air. D'après la formule trouvée par Otto Mueller, cette résistance est :

$$L = 1{,}915 \times 10^{-6}\, \delta \frac{\gamma}{g} b m r^4 n^3$$

dans laquelle

γ = le poids spécifique de l'air en kilogrammes par centimètre cube.

g = 9, 81 m/sec^2.

b = la largeur du bras du volant en mètres.

m = le nombre de bras.

r = le diamètre extérieur des bras en mètres.

n = le nombre de tours par minute.

δ = 0,6 d'après les essais de Didion, mais ne s'appliquant qu'à des mouvements

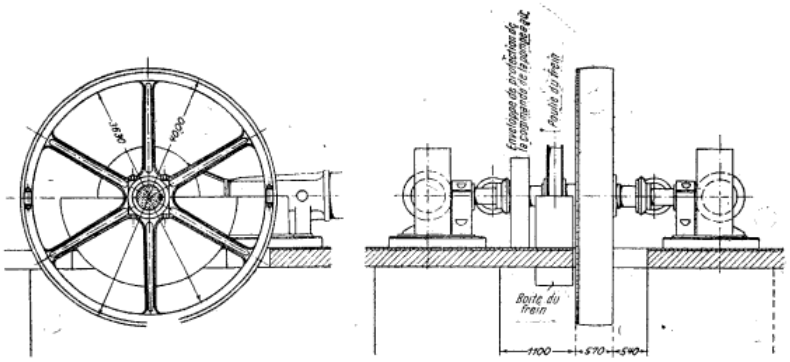


Fig. 1 et 2. — Installation du volant essayé.

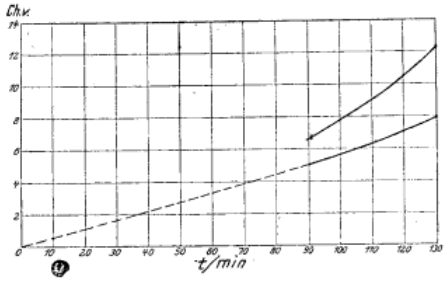


Fig. 3. — Courbes des travaux de marche à vide les bras du volant étant découverts (courbe supérieure) et enveloppés (courbe inférieure).

rectilignes de plaques minces ou de corps terminés par des surfaces perpendiculaires au déplacement. En appliquant cette formule au cas expérimenté, on trouve $\delta = 1$ et la formule devient :

$$L = 1{,}9 \left(\frac{n}{100}\right)^3 \frac{\gamma}{g} b m r^4 \qquad (2)$$

De même, si l'on applique au cas du volant considéré, la formule employée pour le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

calcul des travaux de la résistance de l'air et des frottements dans les roues de turbines à vapeur :

$$L = \beta 10^{-6} D^2 u^3 \gamma$$

dans laquelle

β = un coefficient expérimental dépendant des dimensions et du nombre des bras,

D = le diamètre intérieur du volant en mètres,

u = la vitesse tangentielle d'un point situé à la distance D du centre de rotation en mètres par seconde,

on trouve la formule

$$L = 19 \left(\frac{u}{100}\right)^3 D^2 \gamma \qquad (3)$$

Les formules (1), (2) et (3) permettent donc de calculer la résistance de l'air résultant du bras du volant; le travail qui en résulte atteint environ 4,4 ch pour le volant considéré à la vitesse de 130 t/min; d'où il résulte que, même pour cette vitesse modérée, l'application d'une enveloppe en tôle paraît intéressante.

Soupapes à commande électrique et leur emploi, E. CLAASSEN (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 6 décembre 1913). — Dans bien des cas, il est utile d'avoir

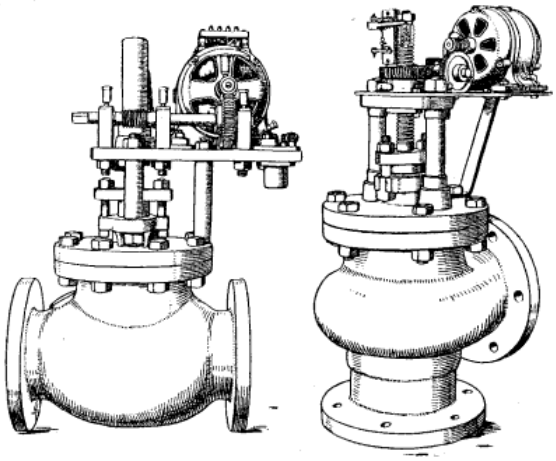


Fig. 1 et 2. — Soupapes à commande électrique.

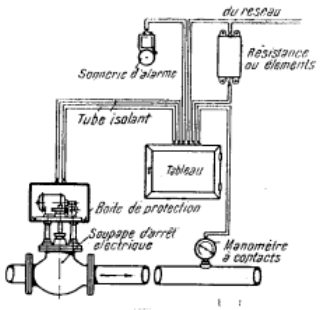


Fig. 3. — Avertisseur de rupture de tuyaux avec fermeture automatique de la conduite de vapeur ou de gaz.

des soupapes dont la fermeture et l'ouverture puissent se faire d'un endroit quelconque ou automatiquement ; la commande électrique permet d'y arriver très facilement, par exemple au moyen d'un petit moteur installé à côté de la soupape et faisant manœuvrer la soupape proprement dite par l'intermédiaire d'une vis sans fin (fig. 1 et 2). Pour maintenir automatiquement une pression de vapeur constante dans une conduite, on peut installer une soupape qui fonctionne alors comme un détendeur et commander cette soupape par un manomètre à contacts électriques placé sur la conduite à basse pression ; si le manomètre est réglé, par exemple, pour une pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 6 kg/cm², on disposera des contacts correspondant aux pressions de 6,10, 6,05, 6,00, 5,95, 5,90 kg/cm² ; lorsque la pression s'abaissera de 6,1 à 6,00, la soupape sera soulevée d'un quart de sa course par l'action du courant électrique et se refermera automatiquement lorsque la pression aura atteint 6,10. Si la quantité de vapeur consommée est très grande, la soupape restera à demi ouverte pour une pression de 5,95 et ouverte en grand à 5,90 kg/cm².

De même la soupape à commande électrique peut être employée comme soupape d'arrêt en cas de rupture de tube (fig. 3) ; l'aiguille du manomètre établit un contact,

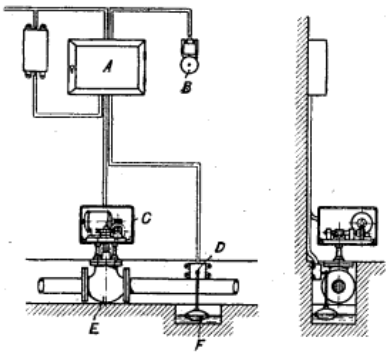


Fig. 4 et 5. — Avertisseur de rupture de tuyaux avec fermeture automatique de la conduite d'eau.
A, tableau ; — B, sonnerie d'alarme ; — C, boîte de protection ; D, contacts de flotteur ;
— E, soupape d'arrêt électrique ; — F, flotteur.

lorsque la pression baisse et le courant ferme la soupape qui reste fermée tant que la

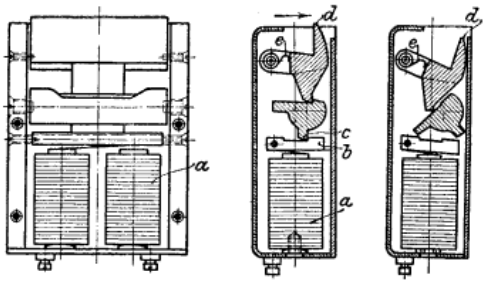


Fig. 6 à 8. — Appareil de déclenchement électro-magnétique.

pression ne remonte pas. Ce même système peut être employé sur les canalisations d'eau en remplaçant le manomètre par un flotteur (fig. 4 et 5) ; sa sensibilité peut être telle que la plus légère rupture de tuyau fait fonctionner la soupape et que sa fermeture s'effectue en quelques dixièmes de seconde.

Elle peut encore servir dans le cas d'un mélange d'eau chaude et d'eau froide qui doit être maintenu à température constante. Un thermomètre à contacts électriques est placé sur la conduite du mélange et le courant commande l'ouverture et la fermeture de la soupape dans les limites de température fixées à l'avance, de façon à faire varier les proportions d'eau froide et d'eau chaude ; son emploi est à recommander dans les installations de chauffage à eau chaude et de distribution d'eau chaude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais les soupapes fonctionnant avec un moteur électrique exigent un courant assez fort ; or, dans certains cas, on ne pourrait employer que des courants faibles, on peut alors les commander par un contrepoids déclenché par un électro-aimant excité par des piles de sonnerie (fig. 6 à 8) ; la soupape de la figure 9, construite par Schumann et C^ie^ à Leipzig, est dans ce cas. C'est une soupape différentielle *a b* à soupape auxiliaire *d ;* la vapeur exerçant sa pression sur la soupape *a* dont la surface est plus grande que celle de la soupape *b*, maintient l'ensemble fermé, car dans la chambre *c* règne la pression atmosphérique ; en effet, la vapeur qui a passé le long des bords du piston *a* s'échappe par la soupape auxiliaire *d ;* pour ouvrir cette soupape, il suffit d'envoyer un

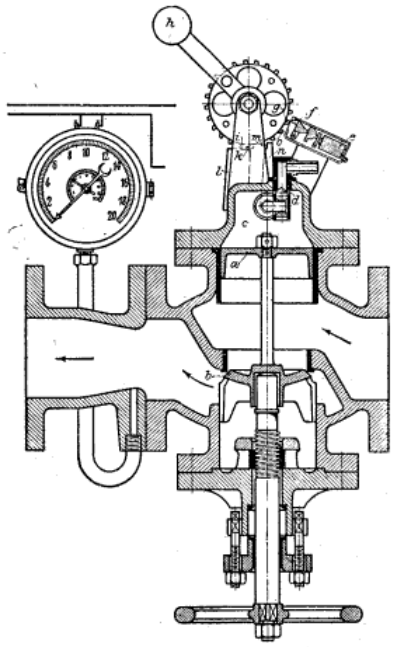


Fig. 9. — Soupape d'arrêt à commande électro-magnétique.

courant dans l'électro-aimant *e* qui attire l'armature *f*, la dent *g* est alors dégagée et le contrepoids *h* fait tourner la roue dentée. En même temps la dent *i* vient au contact du doigt *k* d'un deuxième appareil de déclenchement et la dent *m* appuie sur le levier *n*, qui ouvre la soupape auxiliaire : par suite la soupape *b* se ferme ; pour fermer la soupape auxiliaire, on envoie le courant dans l'électro-aimant *l* qui attire et efface le doigt *k ;* sous l'action du contrepoids, la roue dentée tourne, la dent *m* échappe le levier *n* et la pression de la vapeur ferme la soupape auxiliaire ; au bout de quelques instants, l'équilibre de pression s'étant établi au-dessus et au-dessous du piston *a*, la soupape *b* s'ouvre. Ces mouvements d'ouverture et de fermeture automatiques peuvent se faire tant que le contrepoids est encore assez haut dans sa course, par exemple 9 ou 10 fois.

Cette soupape peut être également commandée par un manomètre à contacts et se fermer automatiquement dans le cas d'une rupture de tuyau dérivé en un point quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conque de la canalisation, la chute de pression n'étant pas suffisante pour faire fermer la soupape d'arrêt placée sur la conduite générale.

Emploi de la naphtaline dans les automobiles, HELLER (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* du 3 janvier 1914). — Le développement extraordinaire de la locomotion automobile a fait monter les prix de l'essence, car la production n'a pu suivre la consommation, d'autant plus que le pétrole brut provenant des puits est de plus en plus lourd et par suite fournit de moins en moins d'essence légère ; on a cependant construit des carburateurs pouvant consommer de l'essence sensiblement plus lourde qu'autrefois ; après l'échec de l'alcool, on a espéré trouver la solution du carburant dans l'emploi du benzol, mais à l'heure actuelle le prix du benzol a considérablement augmenté ; d'ailleurs, comme le benzol n'est qu'un sous-produit des fours

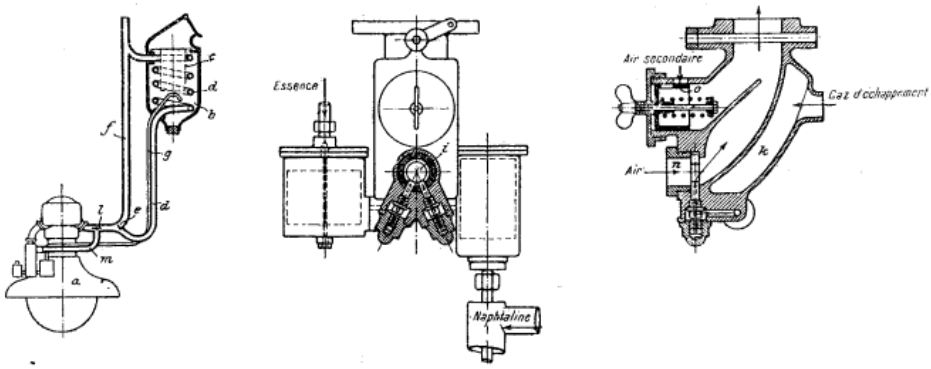


Fig. 1 à 3. — Carburateur à naphtaline, système Noël.

à coke, l'augmentation de sa production est liée à celle de la production du coke et non au développement de la locomotion automobile.

On a donc essayé avec succès l'emploi de la naphtaline ; comme on le sait, la naphtaline $C^{10}H^8$ provient des huiles moyennes de goudron de houille passant à la distillation de 170 à 230° et s'obtient par refroidissement et filtrage de ces huiles sous pression. Son poids spécifique à 15° est de 1,15 et elle fond à 79°,7 ; sa puissance calorifique est de 9700 calories. Son prix est environ le tiers de celui du benzol et son état solide à la température ordinaire ne présente plus guère de difficultés pour son emploi dans les moteurs à explosion. Les premiers essais ont été faits en France avec un fiacre automobile Renault avec moteur de 12 ch à deux cylindres de 102 mm d'alésage et 120 mm de course ; le carburateur à naphtaline du système Noël (fig. 1 à 3) comprend un réservoir *b* que l'on remplit de naphtaline solide et qui est chauffé par un serpentin *d* monté sur une dérivation du tuyau d'échappement *f* avec clapet de réglage *e* ; la naphtaline fondue coule par le tuyau *g*, accolé au tuyau *d*, de façon qu'elle reste fluide et arrive dans un récipient à flotteur puis dans un gicleur débouchant dans la chambre de mélange *i*, réchauffée par une double enveloppe *k* et parcourue par le courant d'air frais *n*. Un deuxième gicleur semblable est alimenté par un autre récipient contenant de l'essence et fonctionnant au démarrage. Au delà de la chambre de mélange se trouve une arrivée d'air secondaire réglée par un tiroir *o*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essais de cette voiture effectués sous les auspices du Conservatoire des Arts et Métiers ont fait ressortir une consommation de 0,142 kg/km de naphtaline qui, au prix de 0,125 f/kg, représentent une dépense de 0,017 f/km, tandis que l'essence aurait coûté environ 0,050 f/km dans les mêmes conditions. Au démarrage à froid, on a pu remplacer l'essence par la naphtaline au bout de 13 minutes 37 secondes et après un arrêt de 10 minutes on a pu repartir avec la naphtaline, quoiqu'elle fût en partie solidifiée.

MM. Schneider et C^ie^ ont construit un locotracteur d'essai à naphtaline (fig. 4 et 5) destiné à la remorque des wagons dans le tunnel qui sépare les deux parties de leur usine du Creusot. M. Brillié en a exposé les particularités dans une communication à la Société des Ingénieurs civils. Ce locotracteur pèse 19 t, fournit un effort de

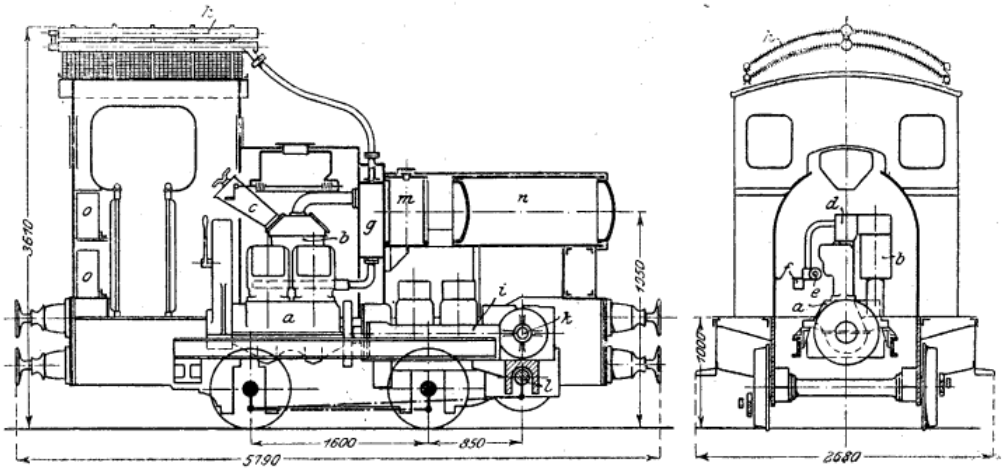


Fig. 4 et 5. — Locomotive à naphtaline de MM. Schneider et C^ie^.

a, moteur; — *b*, réservoir à naphtaline; — *c*, trémie de chargement; — *d*, carburateur à naphtaline; — *e*, tuyau d'échappement; — *f*, carburateur à benzol; — *g*, réservoir d'eau; — *h*, radiateur condenseur; — *i*, transmission aérothermique; — *k*, *l*, arbres intermédiaires; — *m*, réservoir à benzol; — *n*, réservoir d'air comprimé; — *o*, caisses à naphtaline.

traction au crochet de 2 500 kg et marche à une vitesse de 20 km/h. Son moteur est à quatre cylindres jumelés deux par deux, de 140 mm d'alésage et 200 mm de course; au moyen d'un régulateur, sa vitesse peut varier de 300 à 1 000 t/min et il consomme en moyenne 300 g par cheval heure; il est refroidi par circulation automatique d'eau (thermosiphon) disposée de façon que l'eau sortant des chemises des cylindres soit à la température de 100°; elle passe alors dans la chemise du bac de fusion de la naphtaline et de là dans un condenseur formé de tubes à ailettes et disposé au-dessus de l'abri de la locomotive. La naphtaline fondue est aspirée par une pompe *b* commandée par le moteur et refoulée dans le carburateur à gicleur *c* et à niveau constant (fig. 6 à 8); tant que la naphtaline est froide et solide la pompe est immobilisée, par suite sa tige de commande est rendue élastique au moyen d'un ressort *k*; jusqu'à ce que la naphtaline soit fondue, le moteur fonctionne à l'essence ou au benzol : à cet effet, il y a un deuxième carburateur *h* à niveau constant, à gicleur et soupape d'air automatique et un robinet à trois voies *f* permettant de passer de la marche à l'essence à la marche à la naphtaline.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La puissance du moteur est transmise aux essieux par un système aérothermique dû à M. Hautier (fig. 9), permettant de développer un effort de traction au démarrage de 3 500 kg, le couple normal en prise directe étant seulement de 750 kg. Sur l'arbre *a* du moteur est calée une roue dentée *b* engrenant avec les pignons *c* ; ceux-ci sont montés sur un croisillon *d* solidaire de l'arbre *e* ; d'autre part le tambour *f* dans lequel sont disposés ces engrenages peut tourner sur les arbres *a* et *e* ; il est garni intérieurement d'une denture venant en prise avec les pignons *c* et extérieurement d'une autre

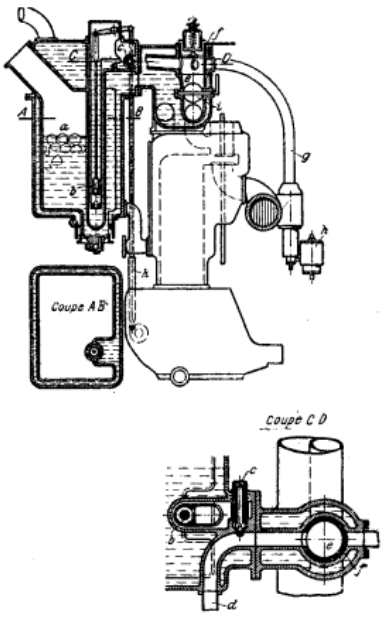


Fig. 6 à 8. — Carburateur à naphtaline.

a, réservoir à naphtaline ; — *b*, pompe à naphtaline ; — *c*, gicleur ; — *d*, arrivée d'air frais ; — *e*, chambre de mélange du carburateur ; — *f*, robinet pour passer de la marche au benzol à la marche à la naphtaline ; — *g*, tuyau du carburateur à benzol ; — *h*, carburateur à benzol ; — *i*, robinet d'étranglement des gaz ; — *k*, ressort de la tige de commande de la pompe.

denture entraînant un pignon solidaire de l'arbre d'un compresseur à air à quatre cylindres *g*. Un autre compresseur semblable *h* commande l'arbre *e* au moyen d'engrenages. Le mouvement de cet arbre est transmis par engrenages à un arbre intermédiaire *l* qui commande le deuxième essieu de la locomotive par bielle et manivelle.

Avant le démarrage, les leviers de commande sont dans les positions représentées sur la figure 9. Pour mettre le moteur en marche, on y fait arriver l'air comprimé du réservoir *i* ; le moteur tournant et la manette I étant à l'arrêt, les soupapes du compresseur *g* sont soulevées et le tambour *f* tourne fou sur l'arbre *e* qui reste immobile ; lorsqu'on pousse la manette I à la position de marche, le compresseur *g* entre en fonctionnement et, par suite de la résistance résultant de la compression de l'air, le couple du moteur est partagé en deux, l'un transmis à l'arbre *e* par l'intermédiaire du croisillon *d* et l'autre au compresseur *g* par l'intermédiaire du tambour *f*.

Or le compresseur *g* envoie de l'air comprimé au compresseur *h*, qui entraîne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

également l'arbre *e* et la locomotive démarre. Lorsque la vitesse augmente, on réduit l'arrivée d'air au compresseur *h* par la manette II : on augmente ainsi la résistance du compresseur *g* et par suite on augmente le couple moteur transmis directement à l'arbre *e* par le croisillon *d*. En pleine vitesse le compresseur *g* est complètement arrêté et tout l'effort est transmis par le croisillon *d*. Il peut également fonctionner comme frein outre le frein ordinaire à air comprimé.

Le secteur de la manette II comporte quatre crans correspondant aux admissions de 90 p. 100, 30 p. 100, 8 p. 100 et 0 aux cylindres du compresseur à air.

Le changement de marche est obtenu par l'embrayage de l'une ou l'autre des roues d'angle de l'arbre intermédiaire *l*.

Tout le mécanisme jusqu'au renvoi d'angle est monté sur billes ; les autres parties sont graissées sous pression. Cette locomotive a été soumise à des essais entre Har-

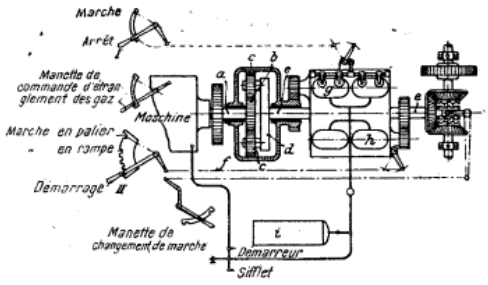


Fig. 9. — Transmission aérothermique, système Hautier.

fleur et Le Hoc avec le wagon dynamomètre des chemins de fer de l'État ; ces essais ont été particulièrement satisfaisants et ont prouvé la souplesse et le bon rendement de la transmission aérothermique Hautier. Aussi MM. Schneider ont-ils mis à l'étude une locomotive de 200 ch à voie de 1 m pour une compagnie sud-algérienne ; en effet, la locomotive à naphtaline ne consomme qu'une quantité d'eau extrêmement faible, et c'est justement le ravitaillement en eau qui constitue la plus grande difficulté de l'exploitation des chemins de fer dans les régions sahariennes.

Carburateur à kérosène système Porter, J. A. Lucas (*Power*, 6 janvier 1914). — Dans les moteurs à kérosène, il est nécessaire de chauffer le mélange détonant pendant son parcours entre le carburateur et le moteur, mais ce chauffage est très délicat, car s'il est insuffisant, la vaporisation est insuffisante, et s'il est trop fort, le kérosène se décompose en ses éléments ; il en résulte une mauvaise combustion, un échappement malodorant et d'abondants dépôts de carbone.

Si l'on pulvérise du kérosène froid, il se condense rapidement à l'état liquide et coule ; si on l'enflamme dans des conditions particulières, on obtient une vapeur de pétrole épaisse, blanche, ressemblant à de la vapeur d'eau et restant en suspension dans l'air sans se condenser ; cette vapeur peut être recueillie dans une bouteille en verre : elle ne se condense pas. Si on ouvre la bouteille pendant un instant et qu'on y laisse pénétrer un peu d'air, on peut enflammer le mélange qui brûle alors rapidement avec une légère explosion et sans laisser de dépôt de carbone. Il est donc possible de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produire des vapeurs de kérosène suffisamment stables pour ne pas se condenser pendant leur parcours du carburateur au cylindre froid.

C'est en se basant sur les résultats de cette expérience que M. Porter a combiné le carburateur représenté figures 1 à 10.

Le kérosène arrive dans la chambre B, après avoir passé par la soupape à flotteur A, puis dans la chambre F de vaporisation par le conduit C, le pointeau D et le conduit E; l'air de pulvérisation arrive dans cette chambre par aspiration en suivant le conduit G, le pointeau H et le conduit I dirigé contre le jet de kérosène qui se trouve ainsi pulvérisé. Il arrive encore de l'air dans la chambre F par le conduit J, le pointeau K, le conduit L et les trous annulaires M, comme l'indiquent les flèches.

Une étincelle enflamme une faible partie de ce mélange de kérosène pulvérisé qui

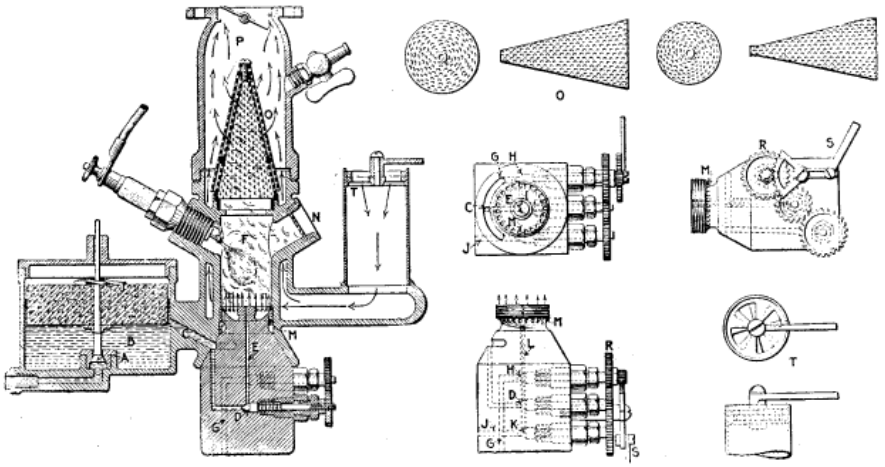


Fig. 1 à 10. — Coupe transversale et détails du carburateur à kérosène système Porter.

brûle sous forme d'une petite sphère de feu, ainsi qu'on peut le voir par le regard en mica N. Un double tamis O empêche que la flamme se propage à la partie supérieure du carburateur.

Comme la proportion d'air introduite dans la chambre F est insuffisante, ce n'est qu'une faible partie du kérosène qui brûle de façon à produire une quantité de chaleur suffisante pour le maintenir à l'état de vapeur lourde et blanche. La proportion d'air introduite est réglée par les pointeaux D, H et K, commandés simultanément et dans un rapport donné au moyen des engrenages R et du levier de manœuvre S.

L'air destiné à produire le mélange explosif est admis par la valve à papillon T directement dans la chambre du mélange P.

L'étincelle est produite par une bobine indépendante avec interrupteur permettant de couper le courant lorsque le carburateur fonctionne depuis quelques minutes, car la sphère de feu continue à brûler spontanément dans la chambre F.

Le moteur démarre donc avec le kérosène aussi facilement qu'avec de l'essence. On constate cependant les différences suivantes dans son fonctionnement.

Le kérosène brûle plus lentement que l'essence : la proportion de travail fournie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'explosion est moindre, tandis que celui de la détente est plus considérable. L'expérience n'a pas permis de constater des inconvénients résultant de dépôts de carbone dans les cylindres ou sur les bougies, sauf lorsque la flamme s'est éteinte dans le carburateur. La vapeur est trop riche au point de combustion pour pouvoir brûler rapidement, et en tout cas la flamme ne peut se propager au delà des tamis; d'ailleurs les retours de flamme du cylindre ont tendance à éteindre la flamme du carburateur.

Des essais de ce carburateur ont été faits sur une voiture de 60 ch qui consommait en moyenne 0,56 l/km d'essence ; la consommation en kérosène n'a pas dépassé 0,25 l/km et la puissance du moteur était augmentée en particulier à la montée des rampes.

Palier de butée système Michell (*Engineering* du 6 février 1914). — L'idée de M. Michell consiste dans le remplacement des collets fixes des paliers de butée ordinaires par une série de petits secteurs; alors que les faces des collets fixes doivent forcément rester parallèles à celles de leurs logements, dans le palier nouveau, les

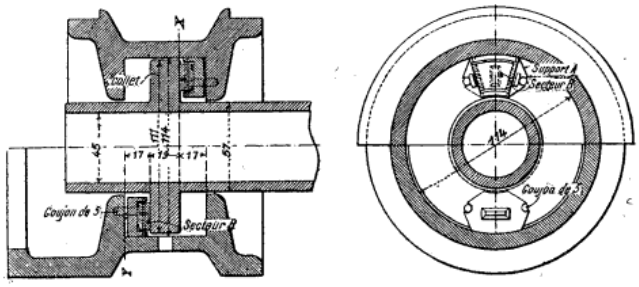


Fig. 1 et 2. — Palier de butée, système Michell.

petits secteurs sont montés de façon à pouvoir prendre une certaine inclinaison; il en résulte que l'huile de graissage est toujours refoulée entre les surfaces opposées qui ne peuvent jamais venir en contact physique. La charge que peut supporter ce palier dépend de la viscosité de l'huile et de la vitesse de rotation. Il a l'avantage de réduire l'usure considérable que l'on constate souvent dans les paliers fortement chargés et à faible vitesse, car il permet un graissage effectif même dans ces conditions; il a pu fonctionner également en remplaçant l'huile par de l'eau, ce qui prouve à quel point il permet d'augmenter les charges pour une vitesse donnée. Il a été possible de lui faire supporter une pression de 814 kg/cm² à une vitesse d'environ 16,5 m/sec sans qu'il s'échauffe.

Le collet (fig. 1 et 2) solidaire d'un fourreau que l'on enfile sur l'arbre et que l'on fixe sur lui, s'engage dans une gorge circulaire ménagée dans les deux moitiés de l'enveloppe. Sur chaque face latérale du collet et diamétralement opposés, sont montés deux secteurs pivotants installés chacun dans un support; sur la face extérieure de ce support est venue de fonte une nervure étroite horizontale par laquelle la pression se transmet à la face latérale de la gorge; comme cette nervure est étroite, le support peut facilement prendre une légère inclinaison dans le plan vertical ; le secteur proprement dit transmet la pression à son support par l'intermédiaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une nervure étroite verticale, de sorte qu'il peut à son tour prendre une légère inclinaison dans le sens tangentiel. La combinaison de ces deux nervures disposées à angle droit permet au secteur de prendre toutes les positions. Les secteurs étant maintenus dans leurs supports par des ressorts, il en résulte qu'il subsiste un léger jeu dans le sens radial. Le palier représenté figures 1 et 2 peut supporter une pression de 400 kg à une vitesse de 2 000 t/min sans dispositif de refroidissement de l'huile. Si l'huile est refroidie, la pression peut être augmentée indéfiniment, et elle n'est limitée pratiquement que par la possibilité d'établir un dispositif de refroidissement de l'huile convenable.

Nouveau procédé d'épuration du gaz de gazogène, H. F. Smith (*Journal of the American Society of mechanical Engineers*, novembre 1913). — Le goudron entraîné par le gaz de gazogène brut produit par du charbon bitumineux, se trouve dans un état de division extrême. Le nombre de particules est si grand et le volume de gaz à traiter si important, que l'épuration présente de grandes difficultés dans la pratique. Le

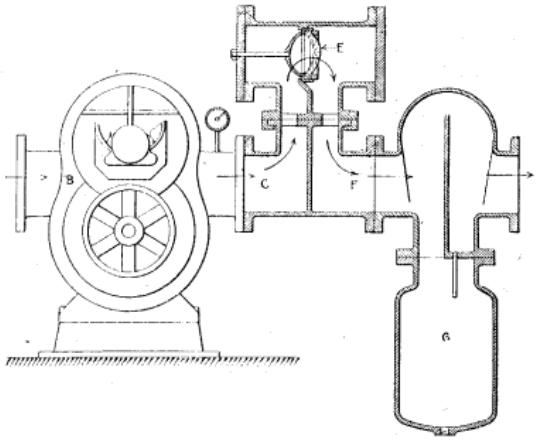


Fig. 1. — Épurateur de gaz de gazogène, système Smith.

système inventé par M. Smith permet d'arriver à épurer le gaz d'une façon parfaite sans lavage. Le gaz, à sa sortie du gazogène, doit être tout d'abord refroidi suffisamment pour que les vapeurs de goudron se condensent. Il arrive ensuite (fig. 1) dans une pompe rotative ordinaire B qui le refoule sous pression dans la conduite C. Puis il passe à travers un diaphragme poreux E et arrive dans la conduite F. Le goudron se dépose dans le récipient G. Toute l'originalité du système réside dans le diaphragme qui doit être suffisamment poreux pour pouvoir être librement traversé par le gaz et le goudron, sans quoi il serait rapidement engorgé par les dépôts; d'ailleurs, il ne retient pas le goudron qui subit seulement pendant son passage un changement particulier d'état physique : les particules de goudron infiniment petites s'agglomèrent de sorte qu'à leur sortie du diaphragme, leur volume est relativement grand et qu'elles ne peuvent plus être entraînées par le courant de gaz ; elles se séparent donc par la gravité.

De nombreuses matières ont été essayées pour constituer le diaphragme et jusqu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présent, c'est la fibre de verre qui a le mieux réussi; quoique les fibres de verre soient quelque peu attaquées chimiquement, elles semblent posséder les propriétés physiques nécessaires au succès du système. Cette laine de verre est maintenue entre deux claies métalliques; sa compacité dépend de sa quantité et du serrage des claies ; l'épaisseur du diaphragme est d'environ 6 mm. et son diamètre dépend du volume de gaz à épurer; en général, on peut traiter 1,750 m^3 par heure et par cm^2 de surface de diaphragme.

Le degré d'épuration du gaz dépend de la pression sous laquelle il traverse le diaphragme : en pratique, une pression de 0,17 à 0,28 kg/cm^2 suffit pour obtenir un gaz répondant à toutes les exigences commerciales; un volume de 1 m^3 ainsi épuré peut traverser un filtre en papier sans qu'il apparaisse la moindre coloration du papier.

Ce système d'épuration diffère complètement d'un filtrage; en effet, dans le filtrage, les impuretés sont d'autant mieux séparées que la vitesse de passage du gaz impur sur le filtre est faible et elles sont retenues par le filtre ; dans le système Smith, on n'obtient de bons résultats que si la vitesse de passage est très grande et le diaphragme ne retient aucune impureté.

On ne se sert d'eau que pour refroidir le gaz et elle sort du condenseur parfaitement claire. Le goudron recueilli ne contient pas d'eau : moins de 1 p. 100, alors que le goudron provenant des laveurs ordinaires en contient de 20 à 60 p. 100. Sa puissance calorifique est de 3 980 calories.

Pour que ce système puisse marcher convenablement d'une façon continue, il faut que le goudron soit assez fluide pour traverser le diaphragme sans résistance exagérée, la température doit donc être telle que la viscosité du goudron soit minima; il ne conviendra donc pas pour épurer les gaz contenant du goudron visqueux, mais il donne d'excellents résultats avec du gaz provenant de charbons très volatils.

L'explication de ce phénomène d'agglomération des particules de goudron est assez obscure ; en effet, il ne s'agit certainement pas d'une simple action mécanique, car si on remplace la fibre de verre par de la fibre d'acier ayant la même structure physique, on n'obtient aucun résultat. Or, l'auteur a constaté en 1902 que si l'on fait passer un courant rapide de gaz impur dans un tube de verre, le goudron se dépose sur la surface du verre en quantité d'autant plus grande que la vitesse de circulation est grande. Le frottement du gaz contre les parois lisses du tube est donc pour quelque chose dans ce phénomène ; or, tout frottement développe de l'électricité; en se basant sur ce raisonnement, l'auteur a réussi à construire un appareil permettant de précipiter le goudron au moyen d'électrodes fortement chargées, mais il fallait une énorme différence de potentiel (25 à 35 000 volts pour un écartement des électrodes de 35 mm) et l'appareil présentait trop de dangers pour être utilisable. Mais il a constaté qu'en réduisant la distance des électrodes, on pouvait réduire énormément la différence de potentiel. Par conséquent, il est très possible que dans l'épurateur à diaphragme, outre l'action mécanique résultant du choc des particules de goudron sur les fibres de verre du diaphragme, celles-ci, électrisées sans aucun doute par le frottement du courant gazeux et se trouvant à une distance extrêmement faible les unes des autres, électrisent à leur tour les particules de goudron et que par suite de leur attraction mutuelle, celles-ci s'agglomèrent; ce fait expliquerait pourquoi la fibre d'acier n'a donné aucun résultat.

Quoi qu'il en soit, plusieurs épurateurs du système Smith fonctionnent d'une façon très satisfaisante depuis dix-huit mois; l'installation la plus importante épure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5500 m³/h de gaz produit par un gazogène ayant 23 m² de surface de grille et transformant en gaz 1 350 kg/h de charbon bitumineux de l'Illinois.

Les ascenseurs du « Woolworth-Building » de New York (ARTHUR PALME, *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 14 février 1914). — Le « Woolworth-Building » qui a été terminé il y a un peu plus d'un an à New York est le bâtiment le plus élevé du monde. Il a 55 étages, une hauteur totale de 256 m au-dessus du sol de la rue et couvre une surface de 2 260 m². Uniquement affecté à des bureaux, il peut contenir simultanément 7 000 à 8 000 personnes; il est donc indispensable que la circulation dans le sens vertical soit assurée au moyen d'ascenseurs, puisque pour monter du sol

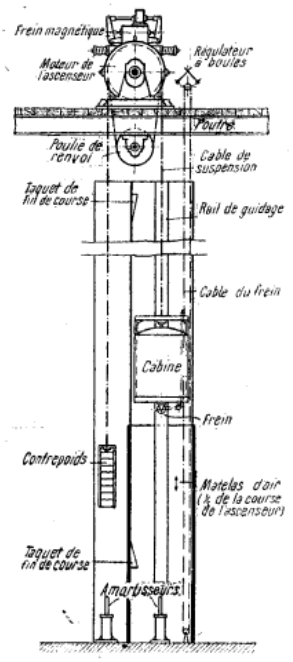


Fig. 1. — Schéma des ascenseurs du Woolworth-Building.

jusqu'au 55e étage par un escalier ayant des marches de 12 cm de hauteur, il faudrait environ trois quarts d'heure. Il y a donc 27 ascenseurs dont 2 monte-charges reliant entre eux les divers étages; tous ces ascenseurs (fig. 1) sont électriques et du système Otis; sur l'arbre d'un moteur électrique à faible vitesse est calé un tambour à plusieurs gorges; les câbles sans fin passent sur ce tambour et sur une poulie de renvoi; ils supportent à l'un de leurs bouts la cabine et à l'autre un contrepoids, de sorte que le mouvement de l'ascenseur est dû principalement au frottement des câbles sur le tambour et la poulie de renvoi.

Chaque ascenseur est à 6 câbles en acier de 16 mm de diamètre.

Les électromoteurs ont été spécialement établis pour leur service; ce sont des moteurs excités en dérivation à 250 volts fournissant 38 ch à une vitesse maxima de 68 t/min. Sur l'arbre est calée une poulie-frein entourée de deux sabots à ressorts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électro-magnétiques. Les moteurs sont mis en marche par des interrupteurs automatiques indépendamment du conducteur qui n'a qu'à pousser un levier à droite ou à gauche suivant le sens du déplacement. La vitesse qui est atteinte après un parcours de 6 m est de 3,84 m/sec. Un câble sans fin suit tous les déplacements de la cabine et entraîne un régulateur à force centrifuge installé en haut. Lorsque la vitesse dépasse 4,4 m/sec, le régulateur commande deux mâchoires en acier qui saisissent ce câble et l'immobilisent ; mais ce câble sans fin est relié dans la cabine à un câble auxiliaire dont l'autre bout est enroulé sur un tambour placé au-dessous de la cabine ; ce tambour sur lequel se trouve un grand nombre de tours de câble est prolongé d'un côté par une tige filetée à droite, de l'autre par une tige filetée à gauche dont les écrous portent deux sabots de frein. Lorsque le câble sans fin est immobilisé, la cabine continuant son mouvement, le câble auxiliaire se déroule du tambour en question et le fait tourner ; par suite les écrous se déplacent suivant son axe et appliquent progressivement les sabots du frein contre les rails de guidage, ce qui immobilise la cabine sûrement en peu de temps et cependant sans choc.

Ce système de freinage peut d'ailleurs être actionné par le conducteur de la cabine, indépendamment du régulateur. Une série d'interrupteurs empêchent l'ascenseur de dépasser ses positions extrêmes.

Sur le plancher du puits de l'ascenseur se trouvent au-dessous de la cabine et du contrepoids des amortisseurs à huile de 1,5 m de longueur, capables d'arrêter doucement la cabine ou le contrepoids arrivant à leur contact avec une vitesse de 5,5 m/sec. En outre, le cinquième inférieur du puits de l'ascenseur est disposé de façon à fonctionner comme matelas d'air ; ses parois sont construites en béton armé extrêmement résistant, le jeu entre la cabine et les parois est réduit au minimum et les portes donnant accès à l'ascenseur dans cette partie des puits sont également en béton armé ; elles sont d'ailleurs tellement massives qu'on ne peut les manœuvrer qu'à l'air comprimé. L'efficacité de ce matelas d'air a été expérimentée en laissant tomber en chute libre, du haut du 46e étage, la cabine préalablement lestée à 3 700 kg. A son entrée dans le matelas d'air, elle avait atteint une vitesse d'environ 200 km/h ; cette vitesse a été tellement bien amortie que la cabine est arrivée sur l'amortisseur à huile à une vitesse qui n'était plus dangereuse et sans avoir subi d'avarie.

Les mouvements de tous ces ascenseurs sont réglés par un horaire précis et leur marche est contrôlée par un surveillant qui a devant les yeux un schéma de toute l'installation. A chaque étage et à chaque ascenseur correspond une petite lampe de 10 volts qui s'allume lorsque l'ascenseur passe à l'étage correspondant. Le surveillant peut donc suivre des yeux la marche de chaque cabine. En outre un téléphone installé dans chaque cabine permet à chaque conducteur de communiquer à chaque instant avec le surveillant. Le signal de départ est donné automatiquement du bureau du surveillant à chaque conducteur d'ascenseur.

Nouveau moteur à pétrole à deux temps système John Davidson (*The Engineer*, 30 janvier 1914). — Les moteurs à pétrole à deux temps d'une certaine puissance ne se sont pas beaucoup développés, d'une part à cause de leur forte consommation en pétrole et en huile et, d'autre part, à cause de leurs irrégularités de fonctionnement dans le cas où la compression se fait dans le carter de la manivelle ; en effet, l'huile de graissage pénètre dans la chambre de combustion et lorsque l'orifice de communication entre le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carter et le cylindre s'ouvre pour y faire pénétrer la nouvelle charge explosive et en même temps balayer les gaz brûlés de l'explosion précédente, il est certain qu'une partie du mélange frais s'échappe par l'orifice d'échappement du cylindre, tandis qu'une partie des gaz brûlés reste dans le cylindre; il en résulte que le rendement du moteur est mauvais.

Le moteur système Davidson (fig. 1) remédie à ces inconvénients en utilisant le

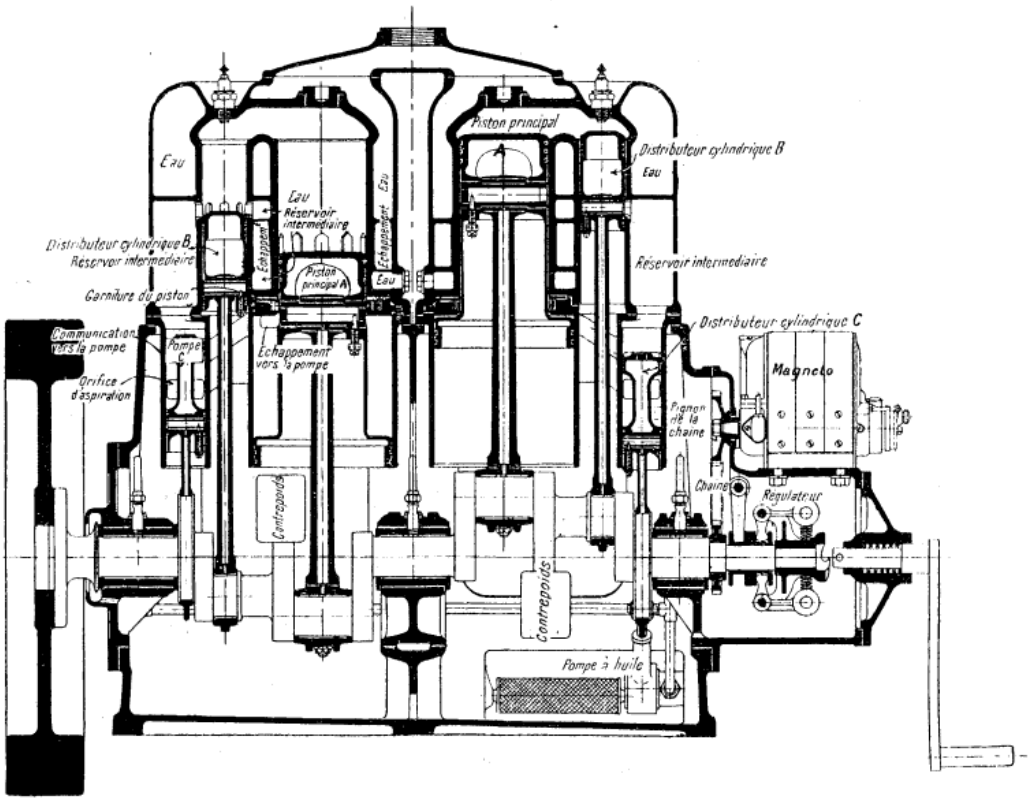


Fig. 1. — Coupe longitudinale du moteur système Davidson.

même cycle que le moteur Diesel à balayage par en haut, mais toutes les pièces en mouvement sont commandées directement par l'arbre principal comme dans une machine à vapeur; à cet effet, tous les engrenages, cames, arbres à cames, tiges, soupapes et leviers sont supprimés et remplacés par deux distributeurs cylindriques commandés par des excentriques.

Le piston principal est du type différentiel. Le petit distributeur cylindrique extérieur fonctionne à la manière d'un tiroir cylindrique faisant communiquer alternativement l'orifice du cylindre d'alimentation avec l'admission et avec un réservoir intermédiaire dans lequel la pression maxima est d'environ 0,35 kg/cm². Le distributeur cylindrique intermédiaire est muni de segments comme le piston principal et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fonctionne comme un deuxième piston moteur pendant la course motrice. La manivelle principale est calée un peu en avance par rapport à celle de ce piston, de sorte que les orifices d'échappement qui entourent le cylindre principal sont découverts avant que le piston distributeur découvre les orifices d'admission.

Dans la position I (fig. 2 à 8) le piston principal A et le distributeur intermédiaire

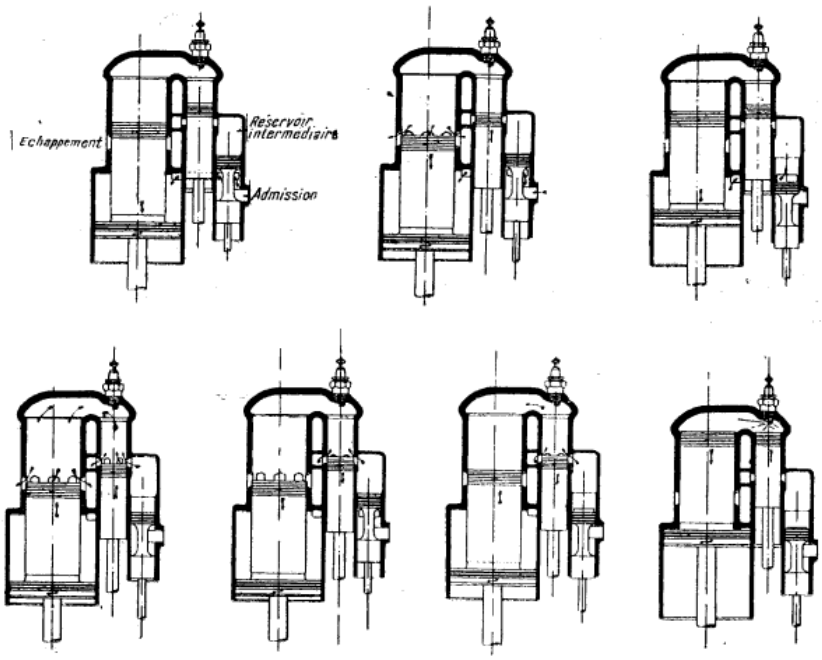


Fig. 2 à 8. — Phases du fonctionnement du moteur système Davidson.

Position I : Aspiration. — Position II : Ouverture de l'échappement. — Position III : Refoulement dans le réservoir intermédiaire. — Position IV : Commencement de l'admission dans le cylindre. — Positions V et VI : Fin de balayage des gaz brûlés par le gaz frais et fin de l'admission. — Position VII : Allumage.

B descendent ; l'explosion vient d'avoir eu lieu au-dessus d'eux, le distributeur extérieur C établit la communication entre l'admission et l'espace compris entre les deux pistons différentiels qui se remplit du mélange explosif.

Les pistons continuant à descendre (position II), l'admission continue, et en même temps le piston principal découvre les orifices d'échappement. Le piston principal remontant (position III), l'espace intermédiaire du cylindre principal diminue de volume et le mélange est refoulé dans le réservoir intermédiaire, le piston C ayant découvert les orifices de communication. Pendant la nouvelle descente du piston principal A (position IV), le distributeur intermédiaire B a découvert les orifices de communication entre le réservoir intermédiaire et la chambre de combustion et le piston principal a découvert de nouveau les orifices d'échappement ; le mélange explosif comprimé dans le réservoir intermédiaire par le distributeur C vient prendre la place des gaz brûlés, et le calage des deux pistons A et B est tel que l'échappement soit fermé avant l'admission (positions V et VI). Enfin dans la position VII a lieu l'allumage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Afin d'éviter que les gaz brûlés ne se mélangent avec les gaz frais, on fait fonctionner le moteur avec un mélange plus faible que d'habitude.

On voit que, dans ce moteur, il n'y a pas à craindre l'aspiration de l'huile de graissage dans la chambre de combustion, comme cela a lieu dans les moteurs à deux temps dans lesquels la compression se fait dans le carter.

Les cylindres sont fondus en une seule pièce sauf dans les grands moteurs et entourés d'une double enveloppe de refroidissement par circulation d'eau. Dans les moteurs qui marchent au pétrole, les canaux de communication de l'admission et du réservoir intermédiaire sont fondus en un seul, de façon que le mélange frais chauffé par sa compression dans le réservoir intermédiaire empêche la condensation du mélange lorsqu'il passe dans le tuyau d'admission.

Les petits moteurs sont munis d'un graissage automatique par barbotage ; ceux dont la puissance dépasse 12 ch sont à graissage sous pression. Le régulateur est du type centrifuge agissant sur la soupape d'étranglement ; l'allumage se fait par magnéto commandée par chaîne. La consommation est comparable à celle des meilleurs moteurs à quatre temps.

A. SCHUBERT,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 13 MARS 1914

Présidence de M. L. Lindet, *président*.

MM. Hitier et Toulon, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. Toulon analyse les ouvrages suivants :

Manuel pratique de prévention des accidents du travail, par MM. Louis Zacon, Inspecteur du travail dans l'Industrie, et René Lefebvre, inspecteur technique à la Cie La Prévoyance ;

Report to the international Committee on Electrical Units and Standards, et supplément ;

Constructions navales. Accessoires de coque, par M. Edmond, Ingénieur de la Marine ;

Le téléphone instrument de mesure. Oscillographie interférentielle, 2e éd., par M. Augustin Guyau, ingénieur ;

La télégraphie sans fil. La téléphonie sans fil. Applications diverses, 2e éd., par M. G.-E. Petit, Ingénieur des Postes et Télégraphes, Directeur technique de la Cie générale radiotélégraphique, et Léon Bouthillon, Ingénieur des Postes et Télégraphes, chargé du Service de la télégraphie sans fil ;

Catalogue modèle de l'Architecte, 1913-1916. 2 vol. ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Guide élémentaire du conducteur de travaux de chemins de fer. Tracé. Construction, par M. R. Marry, Ingénieur des Arts et Manufactures ;

Concours de pare-boue pour autobus organisé par la Ville de Paris, par M. E. Bret, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées ;

Théorie mathématique de l'échelle musicale, par M. Alphonse Vaucher, ingénieur ;

Pour l'entreprise de travaux publics, Syndicat professionnel des Entrepreneurs de Travaux Publics de France.

M. Hitier analyse les ouvrages suivants :

La silice et les silicates, par M. Henry Le Chatelier ;

Catalogue de la Bibliothèque de la Chambre de Commerce de Paris ;

Les apprêts textiles, par M. A. Chaplet, Ingénieur-chimiste ;

Quarantenaire industriel du chimiste Maurice Prud'homme, 1873-1913. Association générale des chimistes de l'industrie textile ;

La mort de Charles Tellier, ses obsèques. Notice nécrologique. Association française du Froid.

Sont admis comme membres de la Société :

La Société des Ciments et Chaux du Cotentin ; le Syndicat patronal des constructeurs d'instruments d'optique et de précision ; M. Wisner (G.) ; M. Marion (Alphonse) ; M. Halphen (Henri) ; M. Bernard (Victor),

qui ont été présentés dans la dernière séance.

Neuf membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

l'Association technique de Fonderie, à Paris, présentée par MM. Larivière et Lindet ;

M. Hulin (Léon), ingénieur civil, à Grenoble, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;

M. Salomon (Louis), ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, à Paris, présenté par MM. Masson et Sauvage ;

les Anciens Établissements Dautreville et Lebas, droguerie, à Paris, présentés par MM. Lindet et Richemond ;

M. Petel (Lucien), tanneur, à Paris, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;

M. Laporte (Frédéric), Ingénieur civil des Mines, sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité, à Paris, présenté par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Abenheimer (Charles), directeur de la Société Stern Sonneborn, à Pantin, présenté par MM. Livache et le capitaine Nicolardot ;

M. Bouché (Georges), ancien négociant en cuirs à Paris, présenté par MM. Vincey et Sordes ;

la Chambre de Commerce de Paris (membre perpétuel), présentée par MM. Lindet et de Ribes-Christofle.

M. le Président. — La Chambre de Commerce de Paris a bien voulu s'inscrire comme membre perpétuel donateur de notre Société ; la haute notoriété dont elle jouit, les éminents services qu'elle a rendus au pays nous dispensent de soumettre cette présentation, dont M. de Ribes-Christofle et moi avons accepté bien volontiers le parrainage, à la ratification de la prochaine assemblée, et je propose de l'admettre par acclamation. (*Accepté à l'unanimité.*) Nous assurerons en échange M. le Président de la Chambre de Commerce de Paris que notre Société se tiendra à sa disposition chaque fois qu'il aura à la consulter sur une question technique ; il serait intéressant que notre Société puisse devenir une sorte de comité consultatif technique auprès de toutes les Chambres de Commerce de France.

M. le Président signale l'envoi, à la date du 13 mars 1914, d'un pli cacheté intitulé : *Étude sur les réserves de cémentation par les procédés Schoop*, du capitaine P. Nicolardot, directeur du Laboratoire de la Section technique d'Artillerie.

Des remerciements ont été adressés à la Société d'Encouragement par :

M. Marétheux, lauréat de la Société, récompensé dans la séance du 30 janvier dernier ;

M. Louis Ancel, qui avait sollicité son admission comme membre à vie et qui nous a promis une nouvelle communication sur *La production et les applications industrielles des rayons cathodiques émis à l'air libre ;*

du professeur Kamerlingh Onnes, de Leyde, qui a été nommé membre correspondant du Comité des Arts économiques ;

de M. Henry Gall, nommé membre du Comité des Arts chimiques.

Des remerciements ont été adressés également à la Société par :

M. Jean Durand ;

M. Albert Portevin ;

la Société de Protection des Apprentis,

à qui des subventions ont été accordées récemment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société d'Encouragement prendra part au VI[e] Congrès international des Chambres de Commerce qui aura lieu à Paris du 8 au 10 juin prochain. Le Comité de Commerce a désigné pour représenter la Société à ce Congrès MM. Lindet, Gruner et Raphaël-Georges Levy. Cette nomination est approuvée.

La Société a été invitée par le Circolo matematico di Palermo à se faire représenter à une fête qui aura lieu à Palerme le 14 avril prochain pour célébrer le 30[e] anniversaire de la fondation de cette Société.

M. LE PRÉSIDENT a représenté la Société d'Encouragement à la réunion solennelle du Syndicat général des Produits chimiques.

M. L. GUILLET fait, au nom de M. Bernard, chef de laboratoire aux usines de Dion-Bouton et en son nom propre, une communication sur *les réserves en cémentation et la diffusion dans les solides.*

M. Guillet, prenant la parole au nom de M. Bernard et au sien, indique que cette communication trouve son origine dans la conférence faite par M. Nicolardot sur la métallisation et dans laquelle il était fait allusion à l'emploi des recouvrements métalliques pour opérer des réserves en cémentation. Les auteurs, ayant travaillé cette question depuis plus de dix ans, ont tenu à résumer leurs recherches qui ont conduit à des résultats très précis.

M. Guillet rappelle ce qu'est la cémentation, son but, son mode opératoire, ses avantages et ses inconvénients et étudie très succinctement les différents facteurs qui interviennent et la façon dont on peut les régler scientifiquement.

Passant à l'étude des réserves, il indique les méthodes ordinaires de protection, résume les inconvénients de l'emploi de la terre et du mastic. Il expose alors les recherches faites aux usines de Dion-Bouton sur l'emploi des recouvrements métalliques (par immersion, par électrolyse, par pulvérisation). Il montre par des micrographies très nombreuses et très nettes les résultats obtenus. Il compare ensuite les résultats donnés par les différents métaux et indique que le nickel électrolytique ne donne aucune protection ; entre les méthodes de cuivrage (électrolyse et procédé Schoop) on peut hésiter suivant les cas ; mais il faut bien noter que l'électrolyse offre des difficultés dans la protection, contre le dépôt de cuivre des parties devant être cémentées. En tous cas les réserves par voie de métallisation sont très intéressantes et abaissent en de nombreux cas le prix de revient.

L'étude complémentaire de la protection par les dépôts métalliques est celle de la diffusion des solides. M. Guillet insiste sur l'importante bibliographie de la question et les travaux connus. Il étudie la diffusion au point de vue théorique et dans ses relations avec le diagramme d'équilibre. Puis il relate les essais faits par M. Bernard et lui ; ils ont trait à : Fe-Al ; Fe-Cu ; Cu-Ni ; Cu-Zn ; Cu-Sn ; Cu-laitons ; Cu-bronzes.

Il indique que ces phénomènes sont souvent trop négligés dans l'industrie.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous devons nous féliciter de ce que la phrase prononcée par M. le capitaine Nicolardot, quand il a mis notre Société au courant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des procédés nouveaux de métallisation, du *schoopage*, pour employer le néologisme dont M. Guillet s'est servi, ait provoqué la belle conférence que nous venons d'entendre. Non seulement nous avons appris les résultats que les belles études de notre collègue, M. Guillet, et de son savant collaborateur, M. Bernard, viennent de produire, mais encore les méthodes nouvelles et les instruments nouveaux qu'emploient aujourd'hui les métallurgistes pour mener à bien de délicates et coûteuses recherches. Le mémoire de MM. Guillet et Bernard sera le type des mémoires de science industrielle dont notre Bulletin doit rechercher l'insertion. Nos félicitations doivent aller plus loin encore, vers notre collègue, la Société des Établissements de Dion-Bouton, qui a généreusement donné à M. Guillet et à ses collaborateurs des moyens de travail dont l'utilisation profite aujourd'hui à toute l'industrie et spécialement à l'industrie automobile.

M. Minangoy fait ensuite une communication sur *Les planchers en béton et céramique armés, système Poyet*.

La communication de M. Minangoy a pour but de faire ressortir les avantages résultant de l'emploi d'une brique spéciale destinée à remplacer le coffrage en bois dans les travaux en ciment armé tout en donnant un hourdis-plafond céramique sans discontinuité.

Ce procédé est applicable aux murs, aux cloisons et aux couvertures : il permet la suppression du voligeage et littelage ainsi que l'adoption d'un plus grand écartement de chevrons ou des pièces de la charpente en fer.

M. le Président. — A côté des mémoires de science industrielle dont je viens de parler, notre Bulletin reçoit aussi la description des inventions, utiles aux arts et à l'industrie, comme celle de M. Poyet, que M. Minangoy vient de nous faire connaître. Si celui-ci veut bien nous remettre une note, nous la communiquerons au Comité compétent qui décidera de sa publication.

La séance est levée à 22 h. 30 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Catalogue de la Bibliothèque de la Chambre de Commerce de Paris. In-8 de XL-554 p. Paris, 2, place de la Bourse.

Depuis l'incendie de 1899 qui détruisit l'ancienne bibliothèque de la Chambre de Commerce de Paris, un grand effort a été poursuivi en vue de reconstituer cette bibliothèque, et plus de 40 000 volumes ou brochures, provenant de dons ou d'achats, ont été réunis ; ils correspondent à 18 000 ouvrages et 580 revues, bulletins ou publications, soit hebdomadaires, soit mensuelles.

Le plan du catalogue a été établi par M. PAUL LACROIX, directeur du Secrétariat, en tenant compte, d'une part, des conceptions théoriques qui peuvent servir de base à une classification méthodique des ouvrages, et, d'autre part, des règles traditionnelles suivant lesquelles les travaux de la Chambre de Commerce se divisent entre les différentes Commissions d'études ; enfin des besoins éprouvés par les différents organismes que la Chambre de Commerce de Paris subventionne libéralement : Écoles, Laboratoires, Bourse de Commerce, Office national du Commerce extérieur.

M. Lacroix s'est attaché comme point de départ à la notion économique du commerce, c'est-à-dire de l'échange à laquelle la première se ramène en définitive.

La classification adoptée pour ce catalogue est la suivante :

Titre I. — Ouvrages généraux. — Encyclopédies et Dictionnaires. — Publications périodiques. — Annuaires. — Bibliographie.

Titre II. — Histoire. Biographies.

Titre III. — Statistique.

Titre IV. — Études économiques et politiques.

Titre V. — Ouvrages relatifs aux conditions et aux règles de l'Échange.

CH. I. — Producteurs : Commerçants, Industriels et Agriculteurs.

Carrières. — Ouvrages d'enseignement (Sciences, Arts, Langues). — Pratique des affaires (Comptabilité, Correspondance, Sténographie, Dessin). — Organisation de l'Enseignement. — Représentation commerciale et industrielle (Conseil supérieur du commerce, Chambres de commerce, Chambres syndicales, Tribunaux).

CH. II. — Géographie.

CH. III. — Sociologie.

CH. IV. — Économie politique et sociale (ouvrages généraux, critique des doctrines, questions spéciales : Valeur et prix, Commerce international, Capital et salaire, Consommation, Crises, Trusts.

CH. V. — Droit. — Généralités. Droit français. Législation comparée. Législations étrangères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Titre VI. — Instruments et Lieux des échanges. — L'organisation commerciale. — Bourses, Halles, Foires et Marchés. — Expositions. — Monnaies, Change, Crédits, Banque. — Poids et Mesures. — Transports.

Titre VII. — Charges qui pèsent sur le commerce. Finances publiques. Impôts. Douanes.

Titre VIII. — La Production. Agriculture. Mines. Commerce et Industrie.

Titre IX. — Consommation et répartition des richesses. — Salaires. — Assurances. — Assistance. — Population.

Titre X. — Colonies et Pays de protectorat.

Titre XI. — Pays Étrangers.

Titre XII. — Ville de Paris. Département de la Seine.

On le voit, ce Catalogue se rattache à la classe des catalogues méthodiques de matières, et il possède une originalité toute spéciale. Il représente un travail considérable qui fait le plus grand honneur à la direction qui l'a guidé. Il est suivi d'une table alphabétique des noms d'auteurs et d'une table alphabétique des matières, lesquelles permettemt d'en retirer tout le profit. JULES GARÇON.

La Lumière, par M. A. TURPAIN, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers. In-4 de 304 p. avec 136 fig. Paris, Ch. Delagrave, 15, rue Soufflot. (Prix : 7,50 f).

C'est un magnifique ouvrage de vulgarisation, où le savant trouve à se remémorer, où le lecteur trouve à apprendre. L'érudit professeur qu'est M. A. Turpain rattache à un très petit nombre de faits primordiaux les phénomènes innombrables qu'un faisceau de lumière éprouve depuis le Soleil ou toute autre source qui l'émet jusqu'à l'œil qui l'observe. Il en donne la description dans un style d'enchanteur; et, au cours de cette longue excursion dans le monde des phénomènes, il éclaire de lumineuses explications les effets que nous rencontrons dans l'observation journalière de la nature, ou ceux que nous font observer les appareils dus à la science de l'homme.

JULES GARÇON.

L'extrait suivant de la Table des matières, qui renferme seulement les titres des chapitres, permettra d'apprécier le nombre et la variété des sujets traités.

CH. I et II. — Les premiers pas de la lumière (Ombres. Éclipses. Mesure des hauteurs. Ombromanie et Silhouettes).

CH. III. — Réflexion et Réfraction de la lumière (Calcographes, etc.).

CH. IV. — Les miroirs et leurs curieux effets.

CH. V et VI. — Prismes et Lentilles. Dispersion et achromatisme.

CH. VII, VIII et IX. — Les instruments d'optique. Microscopes. Lunettes. — Ultramicroscopie. — Télescopes. — Spectroscopie et ses applications en physique, en météorologie, en astronomie, en chimie.

CH. X. — L'art des projections.

CH. XI. — Jeux de la lumière dans l'atmosphère. Mirages, etc.

CH. XII, XIII, XIV, XV et XVI. — La vision et ses défauts. — Vision colorée. — Illusions d'optique. — Vision binoculaire et stéréoscopie. — Durée des impressions lumineuses et stroboscopie.

CH. XVII. — Cinématographie.

CH. XVIII. — Sources artificielles de lumière. Phares. Lumière vivante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ch. XIX. — Photographie ordinaire et en couleurs.

Ch. XX. — La lumière et la vie. Plantes. Microbes. Photothérapie.

Ch. XXI. — La vie de la lumière. Polarisation. Théorie des lumières.

Ch. XXII. — La lumière ensemence les mondes. La théorie panspermiste et l'éthérogénèse.

La télégraphie sans fil. La téléphonie sans fil. Applications diverses, par MM. G. E. Petit et Léon Bouthillon. 2e édition. In-8 de VIII-243 p. avec 185 fig. Paris, Ch. Delagrave, 15, rue Soufflot. (Prix : 7,50 f).

Nous ne pouvons mieux faire connaître cet excellent ouvrage, dû à la collaboration de M. G.-E. Petit, ingénieur des Postes et Télégraphes, Directeur technique de la Compagnie générale radiotélégraphique, et de M. Léon Bouthillon, ingénieur des Postes et Télégraphes chargé du service de la télégraphie sans fil, qu'en reproduisant la préface que M. d'Arsonval, membre de l'Institut, a mise en tête de cette seconde édition, entièrement refondue.

Préface de M. d'Arsonval. — La télégraphie sans fil est aujourd'hui véritablement entrée dans la phase industrielle et commerciale ; ne vient-elle pas de se mettre hardiment en concurrence avec les grands câbles transatlantiques ? Déjà des distances supérieures à 6 000 km ont été franchies, et cela avec une vitesse de trafic qu'on ne peut ni obtenir ni espérer à l'aide des câbles les plus coûteux.

Le moment n'est pas loin, sans doute, où le suprême record de portée sera atteint par une communication entre une station et son antipode, à une distance de 20 000 km, comptée suivant les cercles méridiens, c'est-à-dire à peine triple de celles qui sont franchies facilement à l'heure actuelle.

Ce beau résultat ne marquera pas la fin des recherches en télégraphie sans fil, car il restera toujours à perfectionner le matériel des petites et des grandes stations. Les émissions musicales ont déjà apporté aux communications radiotélégraphiques une sécurité qui leur manquait contre les perturbations atmosphériques, et leur emploi vient de se généraliser partout : même sur les aéroplanes, on a pu installer de petites stations musicales pesant une trentaine de kg et donnant des portées notablement supérieures à 100 km. Les beaux travaux de Wien sur l'excitation des antennes par impulsions ont permis à l'industrie de simplifier le matériel radiotélégraphique, tant dans sa construction que dans ses réglages et son fonctionnement, tout en réalisant des perfectionnements notables au point de vue de la portée et de la syntonie.

Il est heureux de constater qu'en France, après une hésitation un peu longue, les applications de la télégraphie sans fil se répandent rapidement : en moins d'un an, tous les grands paquebots français qui n'avaient pas encore d'installations radiotélégraphiques sont équipés, la plupart avec les derniers perfectionnements modernes ; des stations transportables sont créées pour le service des armées en campagne, pour les corps de débarquement de la Marine, pour les colonnes d'expéditions coloniales ; un matériel de grande puissance produisant des ondes continues est adopté, après examen par des techniciens français, en vue de la création d'un grand réseau colonial et d'une communication France-Amérique.

Les travaux scientifiques de Branly qui ont marqué le point de départ de la télégraphie sans fil n'ont donc pas été sans profit pour notre pays, de même que toutes les recherches faites par des Français à propos des applications médicales des courants de haute fréquence; ces recherches ont beaucoup servi à la réalisation des appareils radiotélégraphiques.

On trouvera dans le présent livre un résumé clair et simple de l'état actuel de la ques-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion. Ses auteurs ne sont pas de simples théoriciens ; ils ont apporté nombre de perfectionnements à la T. S. F. pratique. J'ai pu les voir à l'œuvre, et si j'avais un reproche à leur adresser, ce serait de pécher par excès de modestie.

Le téléphone instrument de mesure. Oscillographie interférentielle, par M. AUGUSTIN GUYAU. 2e éd. In-12 de 160 p., avec 50 fig. et 1 pl. Paris, Gauthier-Villars, 1914 (*Actualités scientifiques*).

M. le docteur ès sciences Aug. Guyau, ingénieur-conseil, a porté ses recherches sur le moyen de transformer l'écouteur téléphonique en un véritable galvanomètre. Il y est arrivé en enregistrant photographiquement les déplacements de très petite amplitude de la membrane vibrante, au moyen d'un oscillographe interférentiel.

« Le récepteur téléphonique, nous écrit-il, instrument sensible autant que robuste et bon marché, est actuellement d'un usage courant dans les laboratoires et dans l'industrie. Fournir à l'ingénieur, qui doit être aujourd'hui homme de science en même temps qu'homme d'action, une monographie des méthodes de mesure qui utilisent cet instrument, lui indiquer le parti qu'il peut en tirer pour la solution de quelques-uns des problèmes que la pratique fait surgir devant lui, en lui signalant son emploi dans diverses circonstances (Recherches des défauts dans les canalisations électriques, localisation des branchements souterrains des conduites de distribution d'eau, etc.), tel a été mon but, dans la première partie de mon ouvrage.

« J'ai fait suivre un bref exposé des résultats d'ordre mathématique ou expérimental acquis par les nombreuses recherches qu'a suscitées le récepteur téléphonique d'une étude originale sur le mouvement de la membrane.

« Dans cette deuxième partie de mon travail, j'ai été amené à étudier à fond les conditions théoriques et expérimentales du fonctionnement du dispositif interférentiel appliqué à l'enregistrement photographique des vibrations rapides de très faible amplitude. Dans cet ordre d'idées, j'ai montré que la précision atteinte dans la mesure des amplitudes dépassait le centième de micron. Diverses courbes oscillographiques relevées, soit pendant les vibrations vocales de la membrane téléphonique, soit en des circonstances diverses, ont le double intérêt de préciser les conditions du mouvement de la membrane et de faire pressentir tout le parti que la science pourra tirer de l'oscillographie interférentielle dans l'étude des très petits mouvements vibratoires les plus divers.

« Des développements mathématiques étayant diverses études esquissées dans le courant du livre et un appendice sur les transformateurs téléphoniques et le récepteur téléphonique en T. S. F. complètent ce livre qui, du moins je l'espère, est susceptible d'intéresser aussi bien le grand public que les spécialistes de la téléphonie et les météorologues. »

Catalogue modèle de l'Architecte. 2 forts vol. in-4, 1913-1916.
Paris, 5, rue du Pré-aux-Clercs.

Le *Catalogue modèle de l'Architecte* est publié avec l'approbation de la « Société centrale des Architectes », de la « Société des Architectes diplômés par le Gouvernement », et de l' « Association provinciale des Architectes français ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce Catalogue est un recueil de prospectus commerciaux, mais il offre des caractères particuliers de nature à attirer l'attention.

Les prospectus y sont, d'abord, présentés avec un véritable luxe de gravures en noir ou coloriées. Ensuite, on les a établis tous sur un même format (24,5 × 30,5). Enfin, on les a classés en sections répertoriées, dont un système d'onglets rend la consultation aisée.

Le Catalogue constitue donc un répertoire sélectionné de renseignements commerciaux, répertoire élégant et commode à consulter.

Le classement comprend huit parties et 40 sections.

Ces huit parties sont : Appareils sanitaires. Plomberie, Eau. Ventilation. Chauffage. Éclairage. Électricité. Matériaux (6 sections). Décoration, Peinture, Miroiterie, Ameublement. Menuiserie. Quincaillerie. Constructions en fer. Serrurerie. Bâtiments divers.

A titre d'exemple, les subdivisions de la partie IV : Matériaux, sont les suivantes :

Section 18 : Briques, Hourdis, Tuiles, Ardoises.
— 19 : Pierres, Agglomérés, Granits, Marbre, Marbrerie.
— 20 : Ciments, Chaux, Plâtres.
— 21 : Revêtements céramiques, métalliques. Mosaïques, Pâte de verre.
— 22 : Carrelages, Pavages, Dallages en verre.
— 23 : Asphaltes, Isolateurs contre le froid, l'humidité, la chaleur, le son.

Voyons une section isolée, la section 20 : Ciments, Chaux, Plâtres. Elle embrasse 15 pages. Une table des fournitures comprend les sujets suivants : Entreprise de bétons armés, cérésite, chaux, ciments, entreprise de dallages et carrelages, mortiers colorés, peinture spéciale sur ciments, plâtre de construction, plâtre à mouler ; toiles métalliques pour armatures de plafonds, revêtements et enduits. La table des fabricants correspondante comprend onze fabricants.

La Société qui publie le catalogue l'offre gratuitement aux Architectes. Elle se propose de fournir une édition nouvelle tous les trois ans, et de donner périodiquement des suppléments.

Elle envisage également la publication d'un Catalogue modèle de l'Ingénieur, en huit volumes, d'après le même plan général. Elle a d'ailleurs publié déjà un Catalogue de l'Ingénieur en un volume pour l'Angleterre.

Uniformiser les Catalogues concernant chaque classe de travailleurs, les réunir en un seul, les grouper en sections aisées à consulter, est une entreprise qui est de nature à rendre de très grands services, surtout si le Catalogue modèle arrive à renfermer l'universalité des catalogues individuels.

L'idée d'un Catalogue modèle a obtenu auprès des Architectes un succès que de nombreuses lettres d'attestations prouvent surabondamment. Sa réalisation ne mérite que des éloges, au point de vue de l'élégance de l'exécution comme à celui de la facilité de la consultation.

Les apprêts textiles, par M. A. Chaplet. In-8 de IV-360 p., avec 36 fig. (Prix : 10 f). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1914.

Cet ouvrage est consacré à l'ensemble de nos connaissances sur tous les apprêts ; du feu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trage de la laine au glaçage des faux-cols et du mercerisage des cotonnades à l'ignifugation des décors.

Dans un premier chapitre sont étudiées toutes les matières premières utilisées pour l'apprêt, avec descriptions complètes des propriétés mises à profit dans leurs applications textiles. Puis les apprêts ordinaires, ou *couvrants* ; puis les apprêts *mécaniques* (calandrage, feutrage, par exemple). Viennent ensuite les apprêts *réagissants* (mercerisage surètage...), *désagrégeants* (épaillage, grillage), *imperméables* et *ignifuges*.

Une seconde partie étudie successivement les détails pratiques pour l'application des divers genres d'apprêts aux diverses variétés de matières textiles : étoffes de coton, lin et chanvre, lainages, soieries, fils et cordes.

De nombreuses figures, de copieuses notes bibliographiques, une table et un index alphabétique contribuent à faire du volume un indispensable et pratique *vade mecum* pour les echniciens des industries textiles.

Les récents progrès du système métrique, rapport présenté à la cinquième Conférence générale des Poids et Mesures réunie à Paris en octobre 1913, par M. Ch.-Éd. Guillaume, directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures. In-4 de iv-118 p. Paris, Gauthier-Villars, 1913. (Prix : 5 f).

Comme il a été fait en vue de la réunion de la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures, il a semblé utile, cette fois encore, de résumer dans un Rapport préliminaire les progrès récemment accomplis par le Système métrique, tant au point de vue de la technique métrologique, attentive à la conservation de ses unités et à leur reproduction précise, qu'à celui du perfectionnement de sa structure, lui assurant un champ d'action d'étendue sans cesse croissante.

A l'exposé de ces perfectionnements internes du Système vient naturellement se joindre celui de son expansion dans le monde, pour le progrès de laquelle aucune époque peut-être ne fut plus fructueuse que le moment présent. Les unités métriques gagnent, en effet, de proche en proche des pays nouveaux ; aucun peuple civilisé ne les ignore, et la plupart d'entre eux n'en connaissent plus d'autres. Les mesures anciennes semblent déjà comme dépaysées dans le monde moderne qui, certainement, assistera bientôt à leur disparition.

Le socialisme et l'art de commander dans l'industrie, par M. R.-A. Henry. In-12 de 270 p. avec 49 fig. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 4, place Saint-Michel, 1914 ; Paris, Gauthier-Villars et Cie. (Prix : 3,50 f).

Nous ne pouvons mieux présenter cet ouvrage qu'en reproduisant l'appréciation qu'en a donnée M. Henry Le Chatelier, membre du Conseil.

« L'ouvrage de M. Henry est un petit traité d'économie politique écrit par un ingénieur qui connaît les questions dont il parle, et non par un professeur qui n'a jamais vu les ouvriers en dehors des livres. C'est là une innovation très intéressante. Si quelques directeurs d'affaires industrielles ayant réussi dans leur métier voulaient prendre la peine de réfléchir aux problèmes dont ils s'occupent toute la journée et mettre sur le papier le fruit de leurs réflexions, la question sociale, qui est aujourd'hui d'une importance vitale pour l'industrie, ferait sans doute des progrès plus rapides. On ne saurait, en tout cas, trop remercier l'auteur de l'initiative qu'il a prise. Il y a cinquante ans, Lord Brassey, le constructeur des premières lignes de chemins de fer français, avait ainsi résumé le fruit de son expérience dans un admirable petit volume

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intitulé : *Works and Wages*. Il est fâcheux que cette tradition soit restée si longtemps interrompue.

« Les premiers chapitres du volume sont consacrés à l'exposé des hérésies socialistes, avec exemples précis empruntés à l'expérience de l'auteur. La seconde moitié esquisse quelques initiatives heureuses inaugurées aux charbonnages du Hasard. Des chapitres spéciaux sont consacrés au recrutement des ouvriers, à la question des salaires, aux coopératives patronales, aux soins à donner à la santé des ouvriers, au coût de la vie, etc.

« La lecture de cet ouvrage est rendue particulièrement attachante par la sensation très nette que toutes les descriptions représentent des choses vécues. Je souhaite de nombreux lecteurs à ce petit volume. »

Voici les titres des chapitres :

Chap. I : Le chaos. — Chap. II : La grève. — Chap. III : A propos du socialisme. — Chap. IV : Le patron. — Chap. V : Le concept « patron » des ouvriers. — Chap. VI : Le concept patron d'un homme politique. — Chap. VII : Un conte de Noël pour les patrons. — Chap. VIII : Le patron suivant F. W. Taylor. — Chap. IX : Sur l'art de commander dans l'industrie. — Chap. X : L'examen médical. — Chap. XI : Des soins à donner aux blessés. — Chap. XII : De l'étude individuelle de l'ouvrier à l'occasion de son travail. — Chap. XIII : L'économat patronal. — Chap. XIV : Les salaires et le coût de la vie. — Chap. XV : La rémunération du travail. — Chap. XVI : Conclusions.

Rapports du Comité international des Unités électriques. Report of the international Committee on electrical Units and Standards. In-8 de 207 p. avec VI pl. Washington, Government Printing Office, 1912.

La Conférence internationale de Londres de 1908 avait institué un Comité des Unités électriques dont une réunion eut lieu à Washington le 4 avril 1910. Les dépenses furent couvertes par l'American Institute of electrical engineers, la National electric light Association, l'Association of Edison illuminating Companies, l'Illuminating engineering Society. Le volume présenté par notre collègue, M. F. Laporte, sous-directeur du Laboratoire central d'électricité, renferme les procès-verbaux des réunions de ce Comité, les rapports qui lui furent présentés par le Bureau of Standards de Washington, le Physikalisch-technische Reichsanstalt de Berlin, le National physical Laboratory de Londres, le Laboratoire central d'électricité de Paris, dont M. F. Laporte fut le délégué. Il renferme la liste des appareils qui furent apportés par les délégués; la description des expériences poursuivies pendant un mois; enfin les rapports des sous-comités.

Le résumé des travaux est dû à M. Laporte.

Formules, Recettes, Procédés à l'usage des Ingénieurs, recueillis, choisis et coordonnés par M. L. François. In-8 de VII-420 p, avec 127 fig. (Prix : 9,50 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

La forme de recettes séparées, faciles à trouver et faciles à lire, est tellement appréciée par tous qu'il existe de nombreux recettiers fort répandus. Mais la plupart de ces ouvrages ont été conçus pour l'amateur. Celui-ci, au contraire, est écrit par un technicien pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

techniciens. L'électricien, le chimiste, le mécanicien et le conducteur de travaux pourront en conséquence y trouver quantité de renseignements utiles sur leur art et les spécialités connexes.

L'ouvrage a été, en quelque sorte, vécu. Au cours de sa carrière, l'auteur se vit obligé de se procurer cent intéressants tuyaux divers : il en prit dans les livres, il en demanda aux amis, il en imagina certains. Tout ceci fut noté, soumis à un examen critique, puis classé et coordonné. Ainsi le technicien qui possédera l'ouvrage y pourra trouver une infinité de choses qu'il chercherait vainement partout ailleurs.

Voici les titres des chapitres : *I. Recettes pour le bureau* (encres, colles, cire, effaçage des traits, documentation technique...). — II. *Recettes pour le laboratoire* (à l'usage des chimistes, des photographes-amateurs...). — III. *Recettes pour l'usine* (lubrifiants, calorifuges, extinction des incendies, installation électrique...). — IV. *Recettes pour l'atelier* (montages sur les machines-outils, trempe, aciérage, recuit, patines, etc.). — *Recettes pour le chantier* (mortiers et bétons, moulages, peintures, nœuds et brêlages...)

Guide élémentaire du conducteur de travaux de chemins de fer. Tracé, construction, par M. R. MARRY, Ingénieur des Arts et Manufactures. In-8 de VIII-226 p., avec 177 fig., et 3 pl. (Prix 7,50 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

L'auteur n'a pas eu la prétention, en réunissant les notes rassemblées ici, d'introduire des idees nouvelles dans la construction des Chemins de fer, mais il a pensé être utile aux commençants, ayant lui-même regretté à ses débuts de n'avoir pas en mains un livre renfermant, en même temps que les principes théoriques nécessaires, les bases pratiques indispensables de l'art du constructeur.

L'ouvrage de M. Marry étudie successivement le tracé, les terrassements, les ouvrages d'art des voies ferrées et les levers spéciaux avec une précision et une clarté qui rendent ce livre accessible à tous.

Guide-manuel pratique de l'ouvrier électricien, par M. H. DE GRAFFIGNY. *4e édition.* In-12 de 660 p. avec 390 fig. (Prix : 6,50 f). Paris, H. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, 1914.

Dans cette quatrième édition, de très sérieuses améliorations de toute espèce ont été apportées à un ouvrage depuis longtemps connu et apprécié des professionnels.

Ce qui caractérise la supériorité de l'ouvrage de M. de Graffigny, c'est qu'il est avant tout d'une lecture aisée et accessible à tous, sans exiger de ceux qui ont à le consulter une instruction mathématique transcendante. La nouvelle édition a été considérablement augmentée pour se maintenir au courant des découvertes les plus récentes dans le vaste domaine de l'électricité industrielle, particulièrement de l'éclairage et du transport de l'énergie.

On ne peut que conseiller cet excellent volume à toutes les personnes tenant à être au courant des procédés pratiques de construction, de montage et d'entretien des machines et appareils électriques de toute catégorie : lampes, moteurs, dynamos, accumulateurs, etc.

Constructions navales, accessoires de coques, par M. EDMOND, Ingénieur de la Marine. In-12 de 308 p., avec 116 fig. (Prix : 5 f). Paris, O. Doin et Fils, 9, place de l'Odéon, 1914.

Dans le précédent volume de *Constructions navales*, consacré à la *Coque*, les installations de celle-ci, destinées à assurer l'utilisation normale et régulière du navire, n'ont pu être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

envisagées. La coque proprement dite doit être, en effet, munie des *installations accessoires* et des *emménagements* dont il faut disposer sur un navire armé, en service courant. Le présent volume est consacré à l'étude de ces *accessoires de coque*, relatifs :

1° à la tenue du navire sur le fond de la mer, ancres, chaînes et leurs manœuvres (appareaux de mouillage);

2° à l'amarrage du bâtiment dans une rade, dans un port, ou le long d'un quai; au halage, et enfin au remorquage du navire supposé privé de sa puissance motrice;

3° au gouvernail, dont la manœuvre est à prévoir depuis le poste de navigation;

4° aux services d'eau;

5° à la ventilation du navire;

6° aux manœuvres d'embarcations dans toutes les conditions de leur utilisation ou de leur dépôt à bord du navire;

et à l'étude des emménagements afférents :

1° à la puissance militaire des navires de guerre (soutes à munitions et accessoires);

2° au service des machines et des chaudières;

3° aux approvisionnements divers relatifs au personnel et au matériel;

4° à la conduite du navire (navigation, signaux, etc.);

5° enfin, à l'habitabilité du bâtiment.

Pour l'entreprise des travaux publics. Syndicat professionnel des entrepreneurs de travaux publics de France. In-8 de 32 p.

Cette brochure donne des renseignements sur le fonctionnement du Syndicat, dont le siège est 9, avenue Victoria; sur les publications qu'il reçoit à son siège; enfin elle donne la liste des membres du Conseil et du Syndicat. Elle sera envoyée gracieusement à tous ceux qui la demanderont.

Étude de l'action chimique de la lumière solaire sur quelques mélanges gazeux, par M. Paul Clausmann. (Thèse de doctorat. Faculté des Sciences de Paris.) In-8 de 130 p., avec 4 fig., Paris, Vigot frères, 23, place de l'École-de-Médecine, 1913.

Les travaux de M. Paul Clausmann, lauréat de l'Institut, préparateur à la Faculté de Médecine, sont déjà nombreux. On citera, en particulier, ceux sur le fluor dans l'organisme animal, en collaboration avec M. Armand Gautier. Sa thèse, sur les réactions que produit la lumière solaire, a fixé des points très intéressants; on en trouvera les conclusions dans les Notes de Chimie, p. 471.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MARS 1914

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Catalogue de la Bibliothèque.** In-8 (26 × 17) de XL-554 p. Paris, 2, place de la Bourse. **15231**

ZACON (LOUIS) et LEFEBVRE (RENÉ). — **Manuel pratique de prévention des accidents du travail.** In-8 (25 × 16) de 153 p., 135 fig. Paris, Les Éditions techniques, 1913. **15232**

CHAPLET (A.). — **Les apprêts textiles** (Encyclopédie industrielle Lechalas). In-8 (25 × 16) de 360 p., 68 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1914. **15233**

LE CHATELIER (HENRY). — **La silice et les silicates.** In-8 (25 × 16) de 574 p., 60 fig. Paris, A. Hermann et Fils, 1914. **15234**

Report of the International Committee on Electrical Units and Standards. In-8 (25 × 17) de 207 p., VI pl. et supplément, de 34 p. Washington, Government Printing Office, 1912, 1913. **15235**

EDMOND (M.). — **Constructions navales. Accessoires de coque.** (Encyclopédie scientifique) de XVII-300 p., 116 fig., Paris, Octave Doin et Fils, 1914. **15236**

GUYAU (AUGUSTIN). — **Le téléphone, instrument de mesure.** Oscillographie interférentielle. 2e éd. (Actualités scientifiques) de 162 p., 58 fig. I pl. Paris, Gauthier-Villars, 1914. **15237**

PETIT (G.-E.) et BOUTHILLON (LÉON). — **La télégraphie sans fil. La téléphonie sans fil.** Applications diverses. 2e éd. In-8 (25 × 16) de VIII-243 p., 185 fig. Paris, Ch. Delagrave. **15238**

ASSOCIATION GÉNÉRALE DES CHIMISTES DE L'INDUSTRIE TEXTILE. — **Quarantenaire industriel du chimiste Maurice Prud'homme, 1873-1913.** In-8 (24 × 15) de 101 p., I pl. Paris, 1913. **15239**

Catalogue modèle de l'architecte, 1913-1916. Tome, I et II. In-4 (31 × 25). Paris, 5, rue du Pré-aux-Clercs. **15240-1**

Engineer's Standard Catalogues. 1913-1916. In-4 (31 × 25). London. **15242**

PERCHERON (MAURICE). — **Formulaire du candidat-ingénieur.** 2e éd. In-18 (8 × 11) de 138 p., fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **13443**

MARRY (R.). — **Guide élémentaire du conducteur de travaux de chemins de fer. Tracé. Construction.** In-8 (21 × 13) de 226 p., 177 fig., III pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15243**

FRANÇOIS (L.). — **Formules, recettes et procédés à l'usage des ingénieurs.** In-8 (21 × 14) de VII-420 p., 127 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15244**

MIS (GEORGES). — **Le style commercial.** Manuel d'entraînement et de perfectionnement à l'usage des négociants, chefs de service, comptables, correspondants, sténographes, dactylographes, étudiants, etc. In-8 (21 × 14) de XXII-199 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15245**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLAUSMANN (PAUL). — **Étude sur l'action chimique de la lumière solaire sur quelques mélanges gazeux** (Thèse de doctorat. Faculté des Sciences de Paris). In-8 (24 × 15) de 130 p., 4 fig. Paris, Vigot frères, 1913. **15246**

THOMAS (PHILIPPE). — **Essai d'une description géologique de la Tunisie.** 3e partie : **Stratigraphie des terrains cénozoïques.** Paris, Imprimerie nationale, 1913. **15247**

GRAFFIGNY (H. DE). — **Guide-Manuel pratique de l'ouvrier électricien.** 4e éd. In-12 (19 × 13) de 661 p., 390 fig. Paris, H. Desforges, 1914. **15248**

LAGACHE (HENRI). — **De l'apprêt des tissus de laine peignée.** In-8 (25 × 16) de VII-438 p., 214 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15249**

TURPAIN (A.). — **La lumière.** In-4 (30 × 20) de 304 p., 136 fig. Paris, Ch. Delagrave. **15250**

HENRY (R.-A.). — **Le socialisme et l'art de commander dans l'industrie.** In-12 (19 × 12) de 271 p., 49 fig. Liége, H. Vaillant-Carmanne; Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1914. **15251**

FORTIN (PIERRE). — **Nécessité des conservateurs chimiques du beurre.** In-8 (25 × 16) de 148 p. Caen, Imprimerie Ch. Valin, 1908. **13442**

***

ASSOCIATION FRANÇAISE DU FROID. — **La mort de Charles Tellier. Ses obsèques. Notice nécrologique.** (*Le Froid*, novembre 1913, 16 p., I pl.). **Pièce 12089**

BRET (E.). — **Concours de pare-boue pour autobus organisé par la Ville de Paris.** (*Le Génie civil*, 3 et 10 janvier 1914, 26 p., 24 fig.). **Pièce 12090**

VACCHER (ALPHONSE). — **Théorie mathématique de l'échelle musicale.** (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, août, septembre et octobre 1913, 68 p., III pl.). **Pièce 12091**

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES ENTREPRENEURS DE TRAVAUX DE FRANCE. **Pour l'entreprise de travaux publics.** In-8 de 32 p. Paris, 9, avenue Victoria, 1914. **Pièce 12092**

COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDES ET DE DÉFENSE FISCALE. — **Les projets d'impôts inquisitoriaux devant le Sénat.** Séance du 12 février 1914. Discours de M. TOURON. In-8 de 76 p. **Pièce 12093**

FORTIN (PIERRE). — **L'hygiène et les conservateurs du beurre.** In-8 de 35 p. Flers-de-l'Orne, Imprimerie Haby-Lemarié, 1905. **Pièce 12094**

***

SOCIÉTÉ ACADÉMIQUE DES SCIENCES, ARTS, BELLES-LETTRES, AGRICULTURE ET INDUSTRIE DE SAINT-QUENTIN. — **Mémoires.** 4e série, tome XVI (1re partie), 2e partie : Table générale des matières, 1825 à 1913, par M. l'abbé Delorme. **Pér. 202**

INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS IN SCOTLAND. — **Transactions.** Vol. LVI, 1912-1913. **Pér. 5**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

113e ANNÉE. — 1er SEMESTRE. MAI 1914

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

LES PETITES INDUSTRIES FÉMININES
à la campagne, en France et en Suède (1).

Messieurs,

Il y a peu d'années, des économistes distingués s'indignaient de voir travailler les femmes mariées ou célibataires. Jules Simon, faisant écho à Michelet, s'écriait que le mot *ouvrière* était un mot barbare et impie. Certains théoriciens allaient même jusqu'à vouloir interdire le travail à la femme hors de son domicile.

Heureux pays dans lequel l'homme, répondant en cela au rôle que lui a assigné son créateur, assume pour lui seul la lourde charge du travail et les responsabilités du chef de famille.

Hélas ! en France, les conditions économiques et sociales de l'existence ont tellement changé que, de par les circonstances, la femme, mariée ou non mariée, est tenue à travailler, parfois même assez durement, quand elle est sans fortune, pour arriver à vivre d'une vie normale. Il ne s'agit donc plus, à présent de la dissuader et de l'arracher à des occupations manuelles. La question se pose ainsi : de quelle manière tirera-t-elle plus avantageusement profit de ses capacités ? Et le devoir de ceux qui s'intéressent véritablement à son sort consiste plutôt à l'encourager dans cette voie aride et à organiser son travail d'une façon profitable.

Il n'existe pas de femme qui, dans sa jeunesse, n'ait appris à manier l'aiguille, et comme la lingerie en particulier est, de toutes les industries, celle où la demande est la plus constante et le travail le plus régulier, c'est vers celle-là

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 27 février 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que s'est dirigé son premier effort. « Il y a un réservoir inépuisable de main-d'œuvre dans la lingerie », a dit un gros entrepreneur au cours d'une enquête entreprise par l'Office du Travail et menée à bien par MM. Georges et Maurice Alfassa. Et ce réservoir, où les patrons puisent à leur gré, n'est pas exclusivement alimenté par des *ouvrières* car, ainsi que le dit le comte d'Haussonville dans un article de la *Revue des Deux Mondes*, dans telle ville du centre, des femmes de commerçants et de fonctionnaires font du feston à 60 et 70 centimes le mètre. Elles vont chercher ce travail en cachette, en se promenant, et le font chez elles ostensiblement parce que cela ressemble à un travail d'agrément.

Jadis, le travail se faisait uniquement à la main, mais les machines à coudre commencent à se multiplier et à fonctionner activement, du moins en ce qui concerne la lingerie ordinaire, celle que l'on écoule principalement dans les bazars ou les grands magasins et actuellement, dans le seul département de l'Ain, le nombre des machines à coudre est évalué à 12000. Mais, dans toutes les industries où l'offre est trop abondante, le salaire baisse.

D'après l'enquête de l'Office du Travail, la lingerie, à elle seule, occuperait environ 60 000 femmes ; mais il faut bien le dire, la loi sur les Congrégations a porté à cette industrie un coup terrible dont elle aura peine à se relever. La fermeture des couvents a eu pour résultat de détruire un certain nombre des meilleurs centres de travaux à la main. Les congrégations dispersées se sont établies à l'étranger et développent dans le Nouveau Monde, — où nous recrutions notre clientèle, — le travail de la lingerie fine dont nous avions jusqu'ici le monopole. Du même coup, nos débouchés sont diminués et aussi nos chances d'exportation.

La lingerie a encore subi, dans une large mesure, les conséquences et le contre-coup du protectionnisme : l'exportation en Belgique est réduite de 3/4, le marché espagnol est fermé, celui d'Angleterre encore ouvert, mais menacé. L'Allemagne et Amérique importent des articles élégants, mais fabriqués mécaniquement ; l'Amérique du Sud se ferme de plus en plus. Enfin, sur les marchés ouverts, on commence à sentir la concurrence de l'Autriche pour les blouses et le linge brodé.

Immédiatement après se place la broderie à la main qui, elle aussi, constitue une industrie très prospère, très vivace, se reliant, par certains côtés, assez étroitement à la lingerie. Son principal foyer, situé en Lorraine, se répartit entre les départements des Vosges et de Meurthe-et-Moselle et s'étend même jusqu'en Haute-Saône. C'est d'ailleurs une ancienne industrie, puisqu'on la signalait déjà en 1807 à Lunéville où fut brodé le voile de baptême du roi de Rome.

Actuellement, la mode du linge brodé directement contribue pour beaucoup à alimenter cette industrie et à empêcher la broderie à la main d'être détrônée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la mécanique. Le Berry et les contrées lingères envoient des pièces à broder jusqu'en Lorraine, et Nancy avec sa banlieue compte environ une lingère pour quatre brodeuses et festonneuses.

L'industrie est en plein développement, ainsi que le témoignent les chiffres de recensement. Dans les Vosges, où l'on comptait 11 300 ouvrières en 1901, on en a trouvé 14 934 en 1906; en Meurthe-et-Moselle, où en 1901 leur nombre était de 5 803, il est monté à 7 800. Même progression en Haute-Saône, où en 1896 l'on signalait 1 800 personnes occupées à la broderie; 4 154 en 1905 et 5 604 en 1906. Et, comme dans ces chiffres ne sont comptées que les ouvrières occupées exclusivement de la broderie à la main et non les apprenties ou les femmes et les jeunes filles qui ne lui consacrent qu'une partie de la journée, on peut estimer qu'ils sont au-dessous de la réalité et se rallier à ceux qui résultent d'une enquête de la Chambre de Commerce de Nancy et qui estime à 30 000 le nombre des brodeuses en blanc. Si l'on y ajoute celui des brodeuses en couleur ou des brodeuses sur tulle qui se groupent surtout dans la région, on atteint le chiffre respectable d'une quarantaine de mille brodeuses environ.

Tournons maintenant les yeux du côté de la dentelle, qui tient une si large place dans la vie féminine Elle y est à la fois un objet de luxe et un moyen d'existence qui sert toute une classe de déshéritées, en leur assurant un sûr et durable gagne-pain. Tout en faveur sous l'ancien régime, elle connut les vicissitudes des événements et plusieurs de ses centres, jadis florissants et renommés, y sombrèrent.

La Normandie, longtemps célèbre pour ses foyers dentelliers où se constituaient de vraies œuvres d'art, a su, malgré les conditions défavorables, lutter vaillamment pour conserver, disons même pour ressusciter une industrie à son déclin. On y fabrique deux sortes de dentelles très différentes l'une de l'autre : la dentelle à l'aiguille et la dentelle au fuseau. Longtemps celle-ci fut l'industrie la plus florissante de la Basse-Normandie ; la fabrication s'en exerçait surtout dans le Calvados où Caen et Bayeux furent justement réputées. En 1851, on comptait dans le Calvados 50 000 dentellières ; 50 maisons environ faisaient, sur place, le commerce de la dentelle, en assuraient la fabrication et donnaient ainsi du bien-être à toute la contrée. Dans chaque famille, on s'enorgueillissait de posséder une ou plusieurs dentellières et, grâce à cette industrie gracieuse, l'aisance s'installait dans les ménages. Des fillettes de 7 à 8 ans se faisaient couramment de 12 à 15 sous par jour ; la moyenne des ouvrières gagnaient 2 francs et les plus habiles arrivaient à 3, 4 et 5 francs.

A cette époque, âge d'or de l'industrie dentellière normande, la production du Calvados se chiffrait au bas mot à 13 250 000 francs.

Dans les campagnes, la fabrication s'apprenait en commun, dans les *classes de*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dentelles, dans les *chambres de dentelles* et dans ce qu'on appelait les *paillots.*

Les *classes de dentelles,* uniquement destinées à l'apprentissage, étaient ordinairement une dépendance de l'école et sous la direction d'une *maîtresse d'ouvrage* choisie parmi les meilleures ouvrières du village. Ces classes étaient parfois subventionnées par les municipalités, le plus souvent par le château, par le presbytère ou des générosités particulières. Les parents payaient un prix d'apprentissage variant de 5 à 10 francs ; les enfants recueillaient le produit presque intégral de leur travail, car la dentelle qu'ils confectionnaient était vendue par l'entremise de la maîtresse à un fabricant attitré.

Les *chambres de dentelles,* au contraire, n'étaient pas exclusivement fréquentées par les apprenties ; c'étaient plutôt des sortes d'ouvroirs où toutes les dentellières du village se réunissaient et travaillaient en commun. Une maîtresse d'ouvrage surveillait tout ce monde et apprenait le métier aux petites qui venaient là dans l'intervalle des classes. La maîtresse vendait la dentelle ainsi faite et chaque ouvrière percevait le fruit de son travail.

Dans les communes qui ne possédaient pas de chambres de dentelles, ce travail en commun se faisait pendant la saison froide dans les *paillots* ou crèches. Le « paillot » n'était autre chose qu'une étable où les dentellières se réunissaient, s'asseyaient sur de la paille, leur métier sur les genoux, autour d'une bougie, entourée de globes remplis d'eau qui en multipliaient l'éclat et donnaient une lumière douce et tamisée. La chaleur et le souffle des bestiaux tenaient lieu de foyer.

Quand fut promulguée la loi de 1881, l'industrie de la dentelle à la main, déjà affaiblie par la concurrence des machines qui supprimaient la main-d'œuvre, reçut un coup fatal. A vrai dire, les dentelles d'imitation existaient depuis longtemps déjà — on en peut faire remonter la date à 1839 — et sous le second Empire, par exemple, la production en fut même considérable, ce qui n'empêcha pas cette époque de marquer une période de grande prospérité pour la dentelle à la main. Désormais, la lutte n'était plus possible car, à son début, la loi de 1881 fut appliquée avec rigueur et les inspecteurs ne toléraient pas la juxtaposition de l'enseignement professionnel à l'enseignement primaire. Du coup, les classes de dentelles furent détruites et l'apprentissage gravement compromis. Le fait fut constaté dès cette époque par tous les fabricants de dentelles devant la Commission d'enquête sur la condition des ouvriers et des industries d'art, instituée par décret du 24 décembre 1881.

Non seulement l'application de la loi de 1881 eut pour effet de tuer l'industrie dentellière de France, mais elle eut encore comme conséquence un immense exode de jeunes filles vers les villes, contribuant ainsi à l'effrayante dépopulation des campagnes. On put bien réellement se rendre compte alors

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Fig. 1. — Travaux en copeaux, chapeaux, paniers, vide-poches, exécutés par des enfants de 8 à 10 ans dans les écoles d'apprentissage de Stockholm.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'influence que peut exercer une industrie rurale pour retenir les jeunes gens au foyer.

Devant le mal qui atteignait les populations campagnardes, semant la tristesse et la misère dans des maisons jadis riantes et prospères, les pouvoirs publics s'émurent. Par la plume, par la parole, M. Engerand entreprit, admirablement secondé par ses collègues, les députés de Normandie, une vaillante et heureuse campagne qui aboutit au vote de la loi du 5 juin 1903, qui porte son nom.

C'est en vertu de la loi Engerand que, désormais, l'enseignement de la dentelle fut compris dans le programme des écoles publiques, entre autres dans les écoles primaires de filles du Calvados, de la Corrèze, du Nord, du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire et à Paris dans trois écoles municipales, notamment celles de Charonne. Huit départements furent dotés de cours de dentelle, répartis dans 34 écoles primaires et les écoles normales d'institutrices d'Alençon, Le Puy, Tulle, Arras, Laon et Chambéry. L'école de Vierzon fut fondée.

Parallèlement s'organisèrent d'autres leçons dont les résultats s'affirmèrent presque aussitôt, notamment à l'école de dessin de Brive, au cours de dessin de la Chambre syndicale des dentelles et broderies de Paris, à l'école d'art, etc.

A cette même époque un grand fabricant de dentelles, M. Lefébure, rechercha des morceaux d'Argentan qu'il fit défaire et refaire par une ouvrière habile. En possession du secret de ce point que l'on considérait comme perdu, il partit pour le département de l'Orne dans l'intention de chercher une installation et des ouvrières capables. Secondé par le baron de Mackau et les autres députés du département, intéressés à la réussite de ses efforts, il trouva un couvent de Bénédictines où, en l'espace de dix-huit mois, des élèves furent formées. La même chose arriva pour Alençon, où des ouvrières en chambre travaillent pour une autre maison dentellière très importante de Paris.

Mais la dentelle ne s'est pas centralisée spécialement en Normandie ; on la trouve un peu partout.

Il n'est aucune industrie féminine dans laquelle l'initiative privée ait pris une plus large part, ni obtenu des résultats plus satisfaisants ; aussi serait-il absolument injuste, dans cette courte nomenclature, de ne pas mentionner les quelques femmes de cœur qui ont fondé des centres dentelliers très bien compris et organisés, parfois même assez importants.

Frappée de voir autour d'elle les jeunes filles des campagnes émigrer vers les villes, M^lle^ de Marmier se dit que le moyen le plus pratique de les retenir au village serait de leur procurer un travail facile et rémunérateur qui les occuperait en leur laissant toutefois assez de loisirs pour vaquer à leurs devoirs et aux soins du ménage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

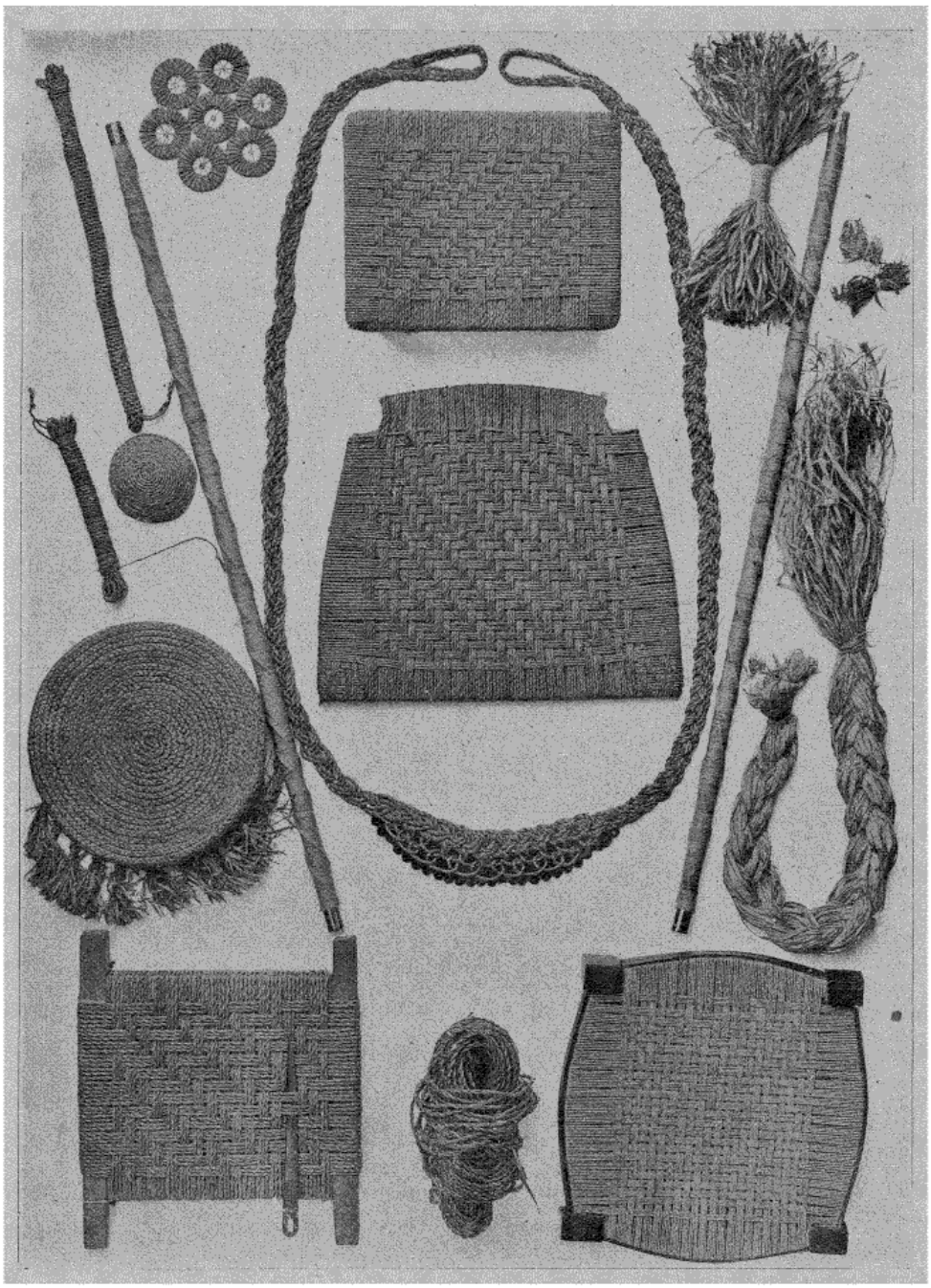


Fig. 2. — Travaux en paille et en rafia exécutés par garçons de 10 ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le Jura, la Haute-Saône, les femmes actives et travailleuses savent toutes faire du crochet, un peu de couture. M^lle^ de Marmier résolut d'utiliser leurs aptitudes pour les transformer en dentellières. Elle organisa des ateliers ou plutôt des groupements de femmes d'un même village, auxquelles des maîtresses apprirent le métier. Une aile du château paternel fut transformée en bureau des commandes et de distribution d'ouvrage : la jeune philanthrope se fit courtière, servant d'intermédiaire entre l'acheteur et les travailleuses. Peu à peu, elle donna à l'œuvre une impulsion si considérable qu'il devint indispensable d'en transporter le siège à Paris, d'où elle fonctionne et alimente les divers embranchements de province.

« L'Aiguille à la campagne », c'est le nom de l'œuvre de M^lle^ de Marmier, est dirigée de façon remarquable par sa fondatrice, qui reçoit les commandes, les transmet en province avec les indications nécessaires à la confection du travail, y joint les fournitures, les outils, etc., puis l'ouvrage lui est réexpédié à Paris. C'est la directrice qui dessine, invente, compose les modèles. Au début, il s'agissait de la dentelle d'Irlande, mais, quand la mode change, la fabrication est obligée de se soumettre à ses exigences. Pour n'être pas pris au dépourvu, on apprend à exécuter des travaux au crochet, le filet brodé, la dentelle au fuseau, le Luxeuil, la dentelle Renaissance, la passementerie, le chenillage des voilettes, etc., etc.

L' « Aiguille à la campagne » se distingue encore par sa remarquable organisation professionnelle, elle forme une sorte de syndicat et possède aussi une société de secours mutuels. Les ouvrières qui en font partie ont d'abord l'avantage de perfectionner leur art et de placer le travail qu'elles exécutent ; puis, en cas de maladie, elles recevront gratuitement les soins du médecin et les remèdes, plus une indemnité de chômage. Enfin, la caisse d'encouragement à l'épargne les aidera à se constituer une dot et une retraite.

Dans la Lozère, il existait de temps immémorial, autour de Marvejols, des fabriques de serge noire, bleue et blanche, où s'approvisionnaient les communautés religieuses. Quand la loi dispersa ces communautés, l'industrie périclita : les fabricants durent créer et exécuter des genres d'étoffes nouvelles et il y eut un moment de crise pendant lequel grand nombre de femmes et de jeunes filles se préparèrent à quitter le pays. La pensée vint alors à plusieurs Lozériennes de créer un travail qui leur offrirait, chez elles, un salaire rémunérateur. C'est alors que M^me^ de Las Cases eut l'idée de faire exécuter de la dentelle et fonda l'*Association dentellière lozérienne*, qui donne du travail à une vingtaine de villages autour de Marvejols. On y exécute différents genres de dentelles, particulièrement les dentelles au fuseau, artistiques reconstitutions d'ancien, les filets et les broderies d'art, la dentelle du Puy, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

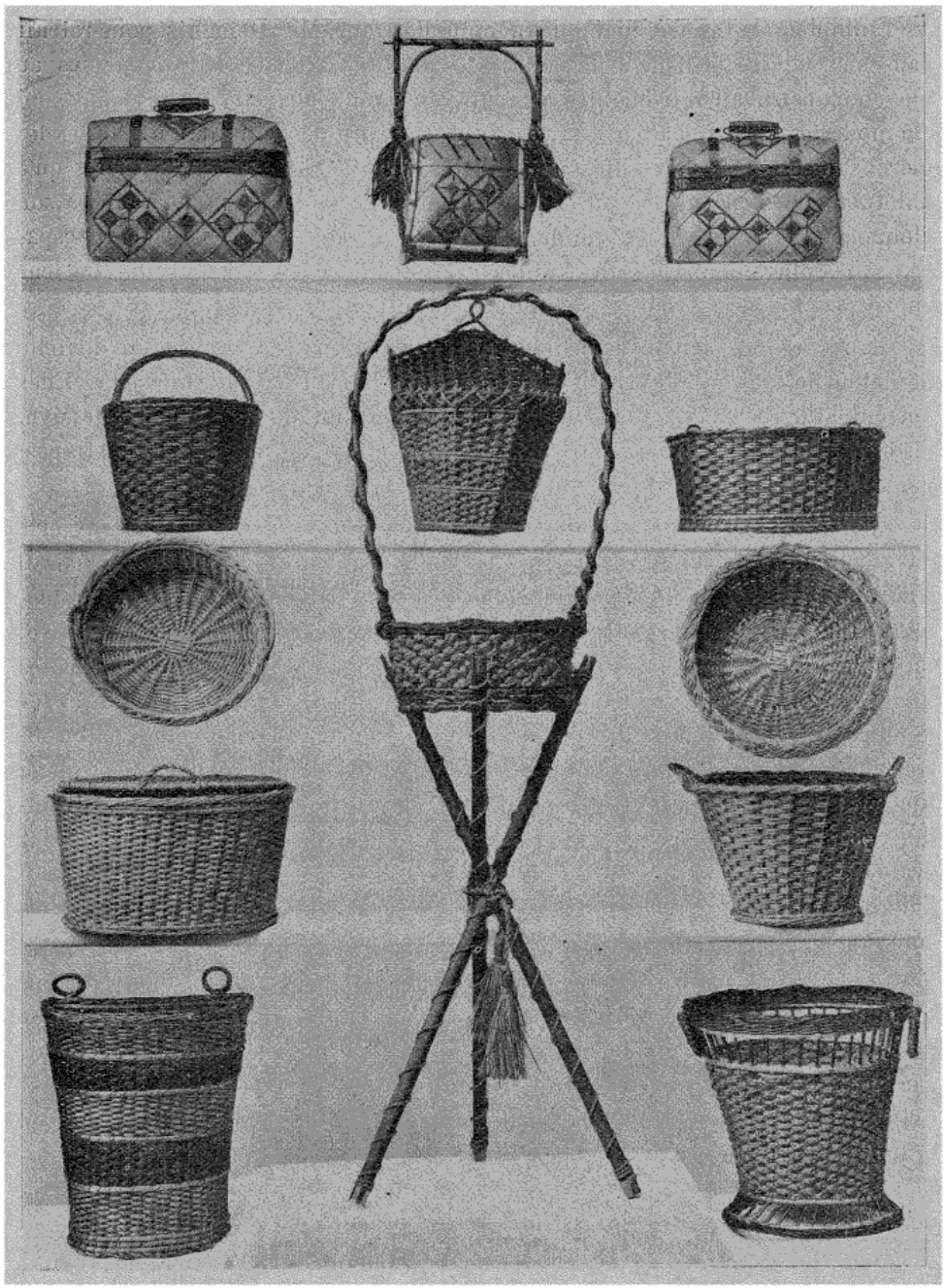


Fig. 3. — Tout en haut, paniers en copeaux, peints ou brodés qui constituent une industrie très ancienne et très prospère en Suède. En dessous, travaux en paille et en osier exécutés par enfants de 11 à 12 ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin dans la Creuse, une autre femme de cœur, Mme Demonts, pour retenir dans leur village et dans leur famille ses petites compatriotes limousines au moyen d'un travail rétribué, les a groupées en un « ouvroir ». Les débuts ont été modestes et la fondatrice eut d'abord beaucoup de peine tant à écouler les marchandises à un prix suffisamment rémunérateur pour les ouvrières qu'à habituer celles-ci à un travail régulier. Grâce à sa situation mondaine et à son éloquence persuasive, les commandes de filet brodé arrivèrent, d'abord espacées, puis plus nombreuses, les petites ouvrières devenant plus habiles, on leur apprit peu à peu la broderie sur toile et sur linon.

Clause très importante : on tient surtout à ce que le travail de la dentelle ne détourne pas les ouvrières de leurs devoirs ni du travail ménager. Elles doivent donc rester chez elles dès que la maladie d'un des leurs ou une lessive, ou un travail agricole pressant, récolte des pommes de terre, des châtaignes, par exemple, peut exiger leur présence et réclamer leurs services.

En général, le travail de la dentelle est un de ceux qui se sont le mieux et le plus facilement développés partout où l'on a essayé de l'introduire, mais il n'en faudrait pas conclure pour cela que l'on se trouve en présence d'une industrie rurale par excellence et qu'il serait avantageux de la propager. Au contraire, on peut lui adresser plusieurs reproches : d'abord on se plaint de divers côtés qu'il développe chez les femmes et les jeunes filles le goût du luxe et les détourne du travail des champs ou même du ménage parce qu'elles préfèrent consacrer tout leur temps à une occupation *plus propre* et dont le gain se touche immédiatement. D'autre part, la prospérité même des groupes dentelliers est une objection à la création d'autres centres car, actuellement, on peut évaluer que le maximum de production est atteint ou tout près de l'être : l'augmenter encore amènerait forcément la surproduction avec ses fâcheuses conséquences.

Le tricot à la main constitue une industrie qui mérite d'être rangée parmi les industries rurales féminines par excellence, puisque toutes les femmes peuvent y consacrer facilement leurs moments perdus et que celles qui ont à garder le bétail peuvent fort bien tricoter ou crocheter pendant ce temps-là. Cette industrie s'est en quelque sorte localisée dans les prairies riveraines de la Loire, les monts du Forez, et une partie des monts du Lyonnais. On a également tenté d'introduire en Auvergne la confection des paletots tricotés à la main ; mais cet essai a jusqu'ici conservé des proportions assez modestes.

Ainsi que nous venons de le voir, on s'est ingénié à développer en France certaines industries féminines, mais il en est d'autres très négligées et que l'on pourrait aisément faire revivre.

Avec les anciennes traditions ont disparu dans les campagnes la vie fami-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

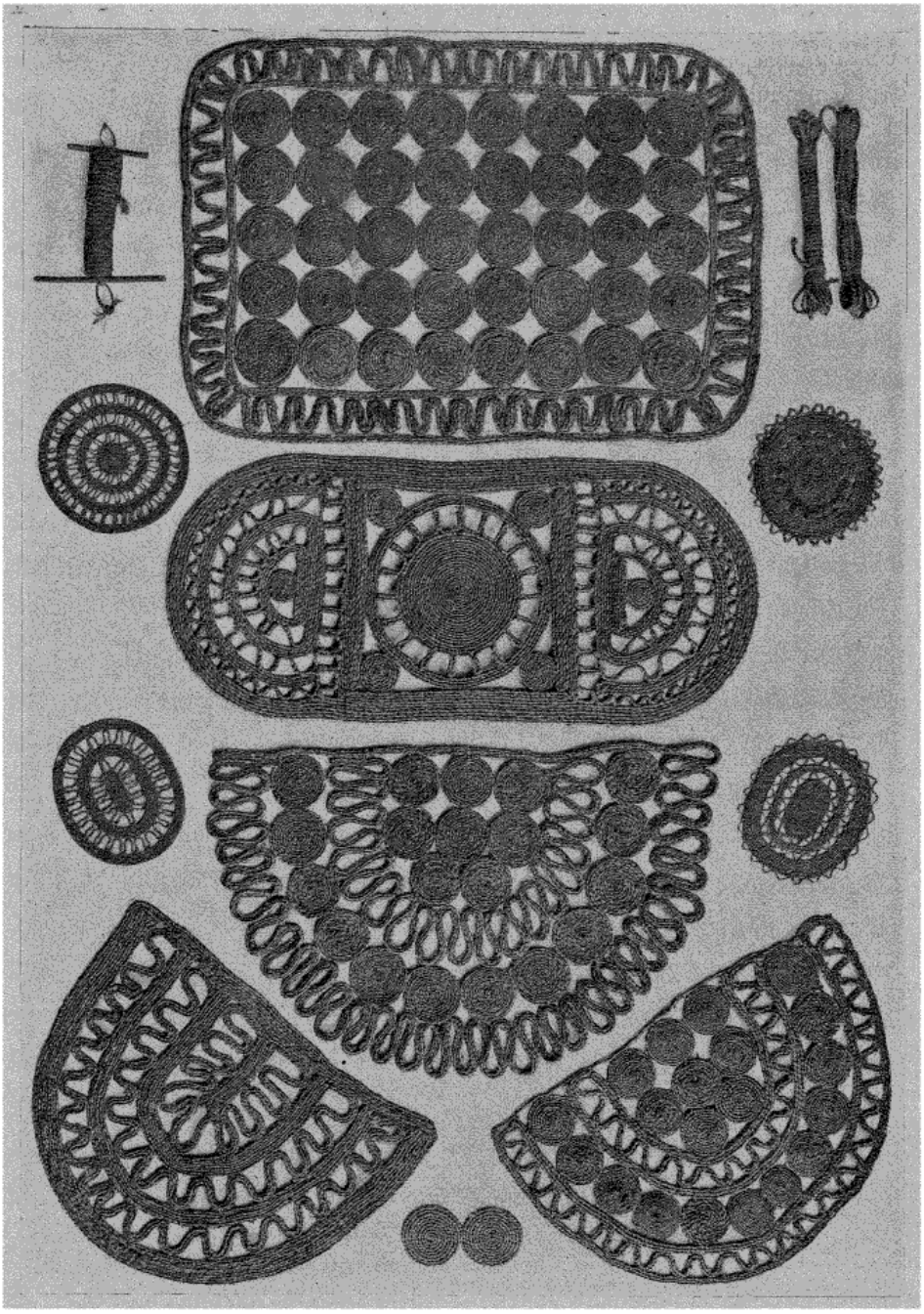


Fig. 4. — Travaux en rafia exécutés par enfants de 9 et 10 ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liale, la foi, la simplicité, l'amour du travail, représentés tout entiers dans le costume national. Car, approprié aux diverses régions du pays, n'exprime-t-il pas en quelque sorte le caractère de chaque canton suivant que le tempérament de ses habitants est plus ou moins réfléchi et mélancolique, gai ou prime-sautier ?

Regardez, au point de vue qui nous intéresse, un de ces anciens costumes, le costume breton, par exemple, si pittoresque, si varié, et imaginez le nombre de mains de fées qui ont dû s'employer à l'orner, à le parer, à l'achever, et quand il varie, selon les cantons, les ouvrières féminines ont du travail assuré pour longtemps.

En France, l'organisation du travail rural féminin est encore récente et n'a pas acquis son plein développement. C'est dans des pays moins favorisés sous le rapport du climat que s'est fait sentir tout d'abord la nécessité des salaires d'appoint. Aussi, les institutions y étant plus anciennes, il est juste de les étudier pour que nous puissions profiter de leur expérience.

Si nous passons en Suède, par exemple, nous voyons que les industries du foyer y sont très florissantes; elles sont traditionnelles et très variées. Chaque province a sa spécialité : dans le Nord, le travail du bois et des métaux; en Scanie, la dentelle; en Dalécarlie, la broderie. L'industrie du foyer est pour le Suédois une institution nationale, il en comprend l'influence pour l'intégrité et le progrès de la race, comme sauvegarde de l'esprit régional et préservatif de la vie de famille. L'industrie locale florissante, c'est, en effet, la mère et les filles restant au foyer, c'est un élément d'union, de stabilité, de moralisation. C'est aussi un puissant moyen d'éducation artistique populaire. On a vu, aux Expositions de Chicago et de Paris, les travaux d'une simple paysanne suédoise figurer avec honneur.

D'ailleurs, l'industrie locale, si elle élève la classe laborieuse, intéresse aussi vivement la classe dirigeante et l'empêche de se laisser aller à ce courant de frivolité stérile où se perd le meilleur de l'énergie et de l'intelligence. Le féminisme joue un grand rôle dans l'activité des pays scandinaves et, à la tête de presque toutes les sociétés, même des sociétés mixtes, nous trouvons des femmes actives, dévouées, militantes du bien et de ce qu'elles jugent utile à leur pays. Plus que les hommes, elles se montrèrent rigoureuses pour l'application des lois qui ont marqué le grand mouvement anti-alcoolique en Suède et c'est encore une femme, Mme Anna Hierta Retzius, la fondatrice, à Stockholm, des écoles d'apprentissage pour enfants qui donnent une si abondante moisson de jeunes ouvriers et de jeunes ouvrières parmi lesquels quelques-uns sont de véritables artistes en leur genre.

Après les classes, c'est-à-dire à partir de 3, 4 ou 5 heures du soir, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enfants de 6 à 12 ans arrivent de l'école communale et sont répartis dans leurs classes respectives : les filles, gratuitement, apprennent la couture sous ses formes multiples, on leur fait confectionner leurs robes, leurs tabliers, leur linge, on leur enseigne le tressage de la paille et de l'osier ; dans d'autres sections, les garçons ont à tailler des pantalons, des gilets, à les coudre et à les piquer ; ailleurs, ils travaillent le bois ou le fer (fig. 1, 2, 3, 4). Ils font des travaux en rafia, paille, osier, souliers en corde dont les uns sont doublés. En plus des objets confectionnés qu'ils emportent, ils reçoivent encore le repas du soir. Une trentaine d'écoles, de ce genre, toutes gratuites, existent à Stockholm et dans les provinces. L'apprentissage de telle ou telle branche, tout d'abord un amusement et une distraction, devient la plupart du temps le premier échelon du métier que l'on met entre les mains de l'homme ou de la femme de demain.

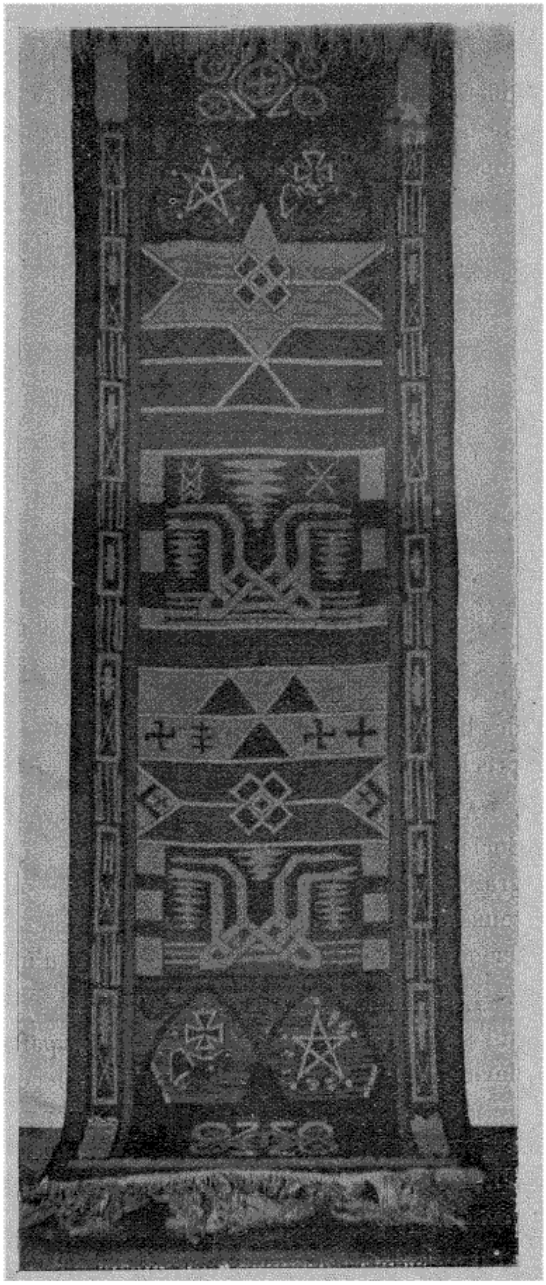


Fig. 5. — Portière fabriquée pour le Musée de Vienne (Autriche).

L'année 1874 marque une grande date dans l'histoire de l'industrie rurale suédoise : elle fit renaître l'art du tissage et des ouvrages à l'aiguille au double point de vue artistique et national. Après avoir existé pendant plusieurs siècles, ces arts manuels menaçaient de fléchir, peut-être de tomber dans l'oubli, en se confinant chez les paysans, qui, eux aussi, étaient sur le point de les délaisser complètement. C'est alors que, sous l'impulsion de quelques grandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dames, fut constituée la Société nationale des « Handarbetets Vänner » — Amis du travail manuel — dont les ramifications couvrent toute la Suède.

D'abord, la Société se contenta de faire faire des copies d'anciens modèles, puis elle chargea des artistes de premier ordre de remanier les vieux dessins, de les décomposer et d'en créer de nouveaux, adaptés à l'actualité, sans toutefois détruire le caractère national et distinctif de l'original. — Le grand mérite de cette institution est donc, non seulement d'avoir conservé ces arts manuels aux générations futures, mais aussi d'avoir ranimé dans toutes les classes de la société le goût et l'intérêt pour ce genre d'industrie.

La Société de « Handarbetets Vänner » compte ses membres dans toutes les parties du pays et bénéficie, à cause de son but hautement patriotique, d'une subvention de l'État. Les moyens employés pour atteindre ce but sont, d'une part, la fabrication et la vente d'ouvrages artistiques; d'autre part, l'enseignement. A cet effet, elle possède à Stockholm des locaux d'exposition, de travail et d'instruction.

Pendant 39 ans que cette institution a fonctionné, le cercle de ses travaux s'est naturellement élargi. C'est ainsi qu'en ce moment, elle comprend des sections pour la fabrication de tapis et d'étoffes pour meubles, des ateliers pour la parameutique (art religieux) et l'héraldique, ainsi que pour toutes sortes de tissages et de broderies artistiques, faisant partie de l'ornement intérieur des habitations. Elle se charge aussi de la restauration des vieilles tapisseries précieuses et des tapis anciens.

Au début, l'enseignement se bornait à des cours dans les écoles de la Société, mais, depuis quelques années, celle-ci s'est mise en rapport avec un grand nombre de jeunes filles qui se sont affiliées à elle, et, deux fois par semaine ou plus si elles en expriment le désir, reçoivent des séries d'ouvrages terminés ou des modèles. Ils circulent d'une affiliation à l'autre.

Les classes étant payantes, toutes les jeunes filles, suédoises ou étrangères, qui se présentent, sont admises à y participer. Le travail exécuté par elles devient leur propriété et, en plus des leçons, elles paient encore les matériaux qui leur sont nécessaires à le confectionner. Le but de l'école est de développer le goût artistique de la masse, identique en cela au programme de la Société elle-même, puis aussi de former des institutrices de tissage qui, à leur tour, seront capables d'enseigner au dehors.

La Société s'est fait une spécialité dans la reconstitution de ce qu'on est convenu, là-bas, d'appeler le « Gobelin, » c'est-à-dire un gobelin rustique, qui n'a qu'une parenté fort éloignée avec le nôtre et qu'elle fait faire dans ses ateliers spéciaux. La directrice combine avec les ébénistes, des artistes en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur genre attachés à la maison, la fabrication d'étoffes pour meubles d'un caractère très spécial et d'un type tout suédois.

L'école occupe toute l'année ses propres dessinateurs ou plutôt ses dessinatrices, car le personnel attaché à « Handarbetets Vänner » et qui travaille pour cette société est tout d'abord féminin. Les dessins fournis restent la propriété de la Société et sont conservés dans les archives.

La salle de tissage est occupée par 20 métiers — on n'en peut placer davantage — que 20 élèves mettent en mouvement. Leur apprentissage commence sur du blanc, c'est-à-dire par le tissage simple ; dans la suite on adjoint

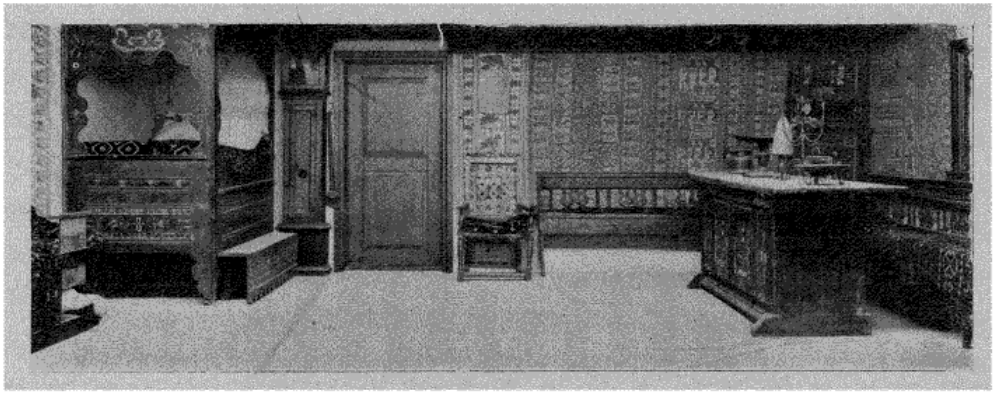


Fig. 6. — Un intérieur à la campagne : murs recouverts d'étoffes tissées et meubles travaillés. Les tentures remplacent le papier dans les ménages campagnards.

des dessins de couleurs — beaucoup de rouge — et, à mesure que la jeune fille devient habile et se familiarise avec sa navette, le dessin se complique, les couleurs se multiplient. Elle travaille le coton, le fil, puis la laine et termine avec du « gobelin ».

Un des travaux préférés s'appelle le « rud lakan ». C'est une étoffe aux tons vifs, — on aime particulièrement en Suède le rouge et le jaune, — et cette étoffe renforcée et consolidée donne de bons et épais tapis de pieds. Un autre travail tissé, et dont les fils sont noués, est destiné au même usage et s'appelle « flossa ». C'est un genre de moquette peu serrée et à poils assez longs.

A côté de la salle de tissage existe un atelier de dentellières au fuseau qui occupe aussi deux ou trois brodeuses, ces dernières sont en minorité. Dans cette pièce on fait la célèbre dentelle de Wadsténa puis celle de Dalécarlie et de Scanie. Ces deux dernières s'exécutent d'imagination, sans dessin sous les yeux et de mémoire. Les ornements d'église, qui sont du ressort des brodeuses, sont encore une des spécialités de la maison.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En plus des ateliers déjà cités, il en existe un autre qui réunit des ouvrières supérieurement adroites : c'est l'atelier des raccommodages et des réparations. Là, des tentures précieuses, mangées par les mites ou victimes d'un accident quelconque, sont apportées pour être « stoppées » et remises à neuf. La Cour, les musées, les particuliers riches en sont la clientèle habituelle. Le travail étant très long et très minutieux, je dois ajouter que les prix de ces réparations sont assez élevés.

L'État, octroyant à cette association une assez forte subvention, demande, en échange, l'acceptation, à titre gracieux, de deux élèves par classe.

Leur apprentissage terminé, les jeunes filles obtiennent un certificat d'aptitude. L'apprentissage, proprement dit, comprend une partie pratique et une partie théorique. Ainsi, par exemple, les élèves en broderies — elles sont toutes externes — travaillent en moyenne et manuellement 2 heures et demie chaque jour, et consacrent le reste du temps à la visite dans les musées, à des cours et des conférences.

Deux fois par semaine, un professeur du dehors viendra apprendre aux élèves, dans leurs classes respectives, à connaître les matériaux qui servent au travail; le mois suivant, un autre professeur expliquera la manière dont on obtient les différentes teintures, toutes végétales.

Un grand nombre d'institutrices primaires, c'est-à-dire des écoles communales ou de l'étranger, viennent suivre les cours de travaux manuels dans les ateliers de « Handarbetets Vänner » afin d'être à leur tour capables de les enseigner dans les écoles ou à l'effet d'établir ces industries ailleurs. Cette maison jouit d'une si grande réputation dans toute la Suède que, souvent, en engageant une institutrice primaire, on met la condition qu'elle ait fréquenté ces écoles.

Comment décrire le genre très caractéristique des travaux exposés et mis en vente dans les magasins de « Handarbetets Vänner? » Ils se distinguent par une extrême originalité (fig. 5) et ont tous le *caractère suédois*, très prononcé, filet blanc brodé de couleurs vives, bandes en toile avec vignettes tissées en rouge, en bleu, en jaune, représentant des enfants, — ces bandes servent de tentures murales et se mettent, à la campagne, sur la paroi en guise de tableaux (fig. 6 et 7), — bonnets d'enfants en drap brodé de soie de couleur et de fils d'or, etc.

Il est une seconde société, plus jeune, mais extrêmement importante et répondant mieux que l'autre à la dénomination d'*industries rurales*, c'est *Föreningens for Swensks Hemslöjd*. Fondée en 1899, elle eut pour premier président le prince Eugène frère du roi. Différemment constituée que la précédente, son conseil d'administration se compose d'un comité de dames et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

messieurs qui débutèrent par des visites en province, à l'effet de connaître les ressources des différentes régions. Au commencement, elle acceptait à la commission les marchandises qu'on lui apportait et donnait des commandes qui étaient payées après exécution et livraison. Ayant acquis plus d'expérience, elle a institué un jury composé de 3 ou 4 personnes qui à présent apprécie la

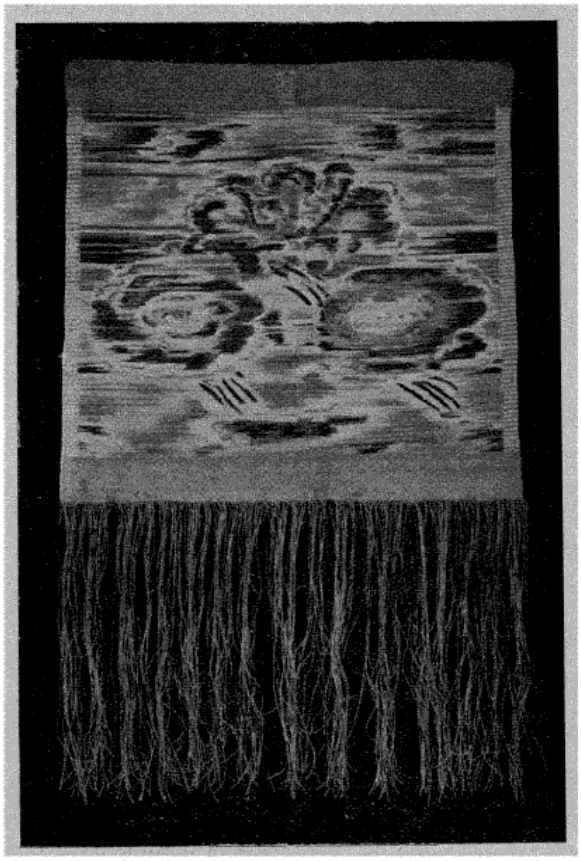


Fig. 7. — Petit tapis de mur.

valeur du travail et, quand les ouvrages n'ont pas été commandés à l'avance, prélève une commission de 20 p. 100 sur les articles faits en province et qu'on lui apporte à vendre. Les ouvrières sont généralement payées au mètre quand il s'agit de tissage ou de dentelle ; à la pièce quand ce sont des articles en bois, en fer forgé, etc. Lorsqu'une commande est prise dans les bureaux de Stockholm, les matières premières sont aussitôt envoyées dans la province et le groupement où elle doit être exécutée avec les indications nécessaires et le prix. Au début, la Société de « Swensk Hemsloïd » eut quelque peine à trouver

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des personnes capables de former des ouvrières et même de livrer un travail soigné et régulier; plus tard, elle fonda elle-même des écoles dentellières et depuis les maîtresses ne manquent plus.

Il va de soi que l'atelier familial est tenu en grand honneur. En Suède, plus que partout ailleurs, on soigne l'éducation ménagère des femmes et des jeunes filles et le travail que « Swensk Hemslöjd » donne à faire dans les campagnes est destiné à resserrer le nœud familial et à le consolider par le salaire *d'appoint*. Les prescriptions sont formelles à cet égard : le travail *supplémentaire* ne devra être exécuté que lorsque la femme ou la jeune fille aura rempli ses devoirs de ménagère et à ses heures de loisir.

Cette Société roule sur un capital qui lui a été prêté au taux de la Banque, c'est-à-dire à 4 1/2 p. 100 et s'est constituée au moyen d'actions qui appartiennent aux premiers fondateurs. Toute l'entreprise marche avec ses seuls fonds et la Société n'a ni membres bienfaiteurs, ni membres perpétuels, ni membres payant cotisation. Il est vrai que les départements ont prêté de l'argent sans intérêt. La première année, le chiffre d'affaires s'est élevé à 35000 couronnes; il n'a cessé d'augmenter. Stockholm est constamment en rapport avec d'autres centres, tels par exemple, sa succursale à Christiania en en Norvège, Noorköping, Sundsvalt en Suède, auxquels elle envoie des modèles tissés dans ses ateliers et qui sont à exécuter pour des commandes. Il est envoyé annuellement dans ces succursales pour environ 5000 couronnes d'objets confectionnés sur la vente desquels est prélevée une commission de tant pour 100. Ce chiffre de marchandises dépassé, la succursale doit faire fabriquer à ses frais.

« Swensk Hemslöjd » (fig. 8) encourage le travail par région et grâce à son influence, les paysannes filent elles-mêmes leur laine et recommencent aussi à la teindre. Dans ses magasins, on vend des meubles en osier et en bois, fabriqués par la Société, des tissus à dessins reversibles dans lesquels domine le jaune, qui est la couleur favorite des Suédois; les tissus fabriqués dans le Nord sont de couleurs plus foncées, en Dalécarlie, par contre, on aime les teintes vives, surtout le rouge. On y voit encore des objets en peau venant de Laponie, des écuelles en bois que les Lapons suspendent à leur ceinture pour y verser l'eau-de-vie, des cuillers pour la boire, des porte-aiguilles, de petits travaux en corne plus originaux et rudimentaires que vraiment artistiques, comme d'ailleurs toute la fabrication laponne; de la toile blanche à personnages, des nappes blanches tissées de liteaux rouges, avec milieu en broderie où les franges, laissées très longues, sont tressées de manière à imiter le dessin de la dentelle de Scanie; tricots de genre très caractérisé, cadres sculptés, fers forgés, draps pour robes, chandeliers en bois peint, pichets en bois pour la bière, boîtes en bois peint

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

servant à contenir la nourriture que le laboureur emporte aux champs, des souliers en peau d'ours garnis d'eider, une salière sculptée, etc.

On fabrique encore, en atelier familial, des corbeilles faites de copeaux. Modèle existant depuis 1800 et qui constitue une des grandes activités de la Suède.

La Société a des menuisiers spéciaux et des dessinatrices particulières



Fig. 8. — Différentes tentures murales disposées dans une salle d'exposition de Swensk Hemslojd.

attachés à la maison. Ces dernières dessinent les formes et les ornements des meubles en grandeur *nature*, modèles qui restent sa propriété, mais qu'elle cède néanmoins quelquefois à d'autres sociétés, moyennant une remise de 10 p. 100.

Les meubles arrivent de la campagne, assez rudimentairement fabriqués et c'est l'atelier de Stockholm qui les reçoit et les corrige. Il en arrive en sapin, en bouleau ou de n'importe quel autre bois; mais avant d'être mis en vente, ils passent dans l'atelier de peinture et de vernissage, sis à côté de la menuiserie, et où sont occupés journellement huit hommes. C'est assez dire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son importance et l'importance de la Société dont le chiffre d'affaires augmente sans cesse.

En 1900,	il était de	35,000	couronnes,	soit de 49,000 fr.
— 1901,	—	61,000	—	soit de 85,400 »
— 1902,	—	95,000	—	soit de 133,000 »
— 1903,	—	123,000	—	soit de 172,000 »
— 1904,	—	133,000	—	soit de 186,200 »
— 1905,	—	152,000	—	soit de 212,800 »

et ainsi de suite...

D'un malentendu, d'une mésintelligence dans la manière de diriger la Société des « Handarbetets Vänner » est née une troisième maison qui n'est point une œuvre philanthropique, mais tout simplement une affaire privée. Cependant, elle mérite d'être citée, ne serait-ce qu'à cause des illustres concours qui lui donnent un certain éclat.

Le « Licium » vit de ses propres ressources, c'est-à-dire de la vente de ses ouvrages et des travaux qu'on exécute dans les ateliers de Stockholm et qu'il fait exécuter au dehors. Il reçoit, néanmoins, un subside du gouvernement qui approuve l'idée de la fondatrice Fröken Branting et tient à l'encourager. Le but de cette œuvre n'est-il pas le but identique de toutes les organisations de travaux manuels en Suède? Le développement du goût et du sens artistique des foules.

Cette société, ne peut manquer de prospérer, car son grand auxiliaire, pour ne pas dire son inspirateur, est Zorn, l'un des plus grands peintres de Suède. La restauration, toute récente, du portrait de Gustave Vasa dans « National Museet » à Stockholm vient de mettre son nom en vedette. De Mora, en Dalécarlie, où il est né et vit actuellement, il guide les ouvrières qui l'entourent et travaillent pour « Licium ». Des modèles, dessinés par lui, sont envoyés et exécutés dans la capitale et récemment il vient de prendre l'initiative d'une innovation, celle de peindre le portrait de Fröken Branting que les ouvrières ont tissé.

La spécialité de « Licium » est la fabrication des ornements d'église et des bannières. En Suède, chaque corporation, chaque société possède la sienne : étudiants d'Upsal, employés des postes, pompiers, féministes réclamant le droit de vote, armée du Salut, ligue anti-alcoolique etc., etc., aussi le travail ne chôme-t-il pas.

Ceux parmi vous, Messieurs, qui ont assisté en janvier 1912 à l'exposition-vente de charité à la légation de Suède à Paris, ont pu admirer quelques jolis spécimens de ces différentes maisons, entre autres un grand tapis de table en drap groseille et amaranthe, fabriqué par « Licium » et qui s'est fort bien vendu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mentionnons encore une quatrième société, fort prospère aussi, qui porte le nom de « Bikupan », c'est-à-dire « Ruche d'Abeilles » et dont le but est de placer le travail des femmes du monde désirant garder l'anonymat. Elle fut fondée, il y a quarante ans, par Mme Hierta Retzius qui en conçut l'idée à Paris, lors d'un de ses voyages.

Les travailleuses se divisent en deux catégories : celles qui apportent leur ouvrage et demandent qu'on le leur vende et celles auxquelles on fait des commandes. Les premières fixent elles-mêmes le prix qu'elles reviennent toucher plus tard quand l'objet est vendu moyennant une retenue de 15 p. 100.

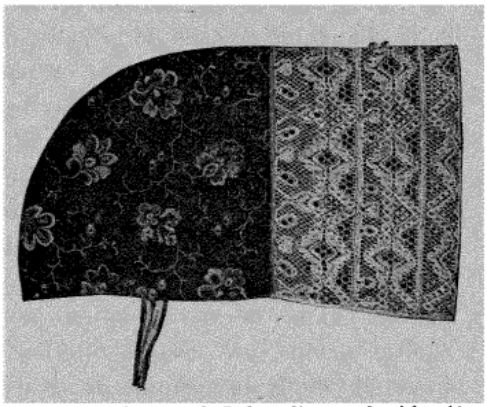


Fig. 9. — Bonnet de Dalécarlienne : fond brodé et devant en dentelle.

Un capital très modeste fait fonctionner l'œuvre : environ 13 900 francs qui rapportent 500 couronnes, soit près de 695 francs, alors que le loyer des magasins de vente et locaux adjacents se monte à 8340 francs. Des cotisations fixées à 5 couronnes, que paient les membres, assez nombreux, alimentent le fonds de roulement. Après des débuts un peu pénibles, cette société est arrivée à s'agrandir considérablement. Il y a 26 ans, elle faisait un chiffre d'affaires de 24 000 couronnes, en 1911, il atteignait 96000 couronnes.

Pour donner une direction sûre et ferme aux ouvrières, un comité de huit dames fut institué. Celles-ci veulent bien se charger d'un certain nombre d'ouvrières qu'elles guident et conseillent et auxquelles elles consentent, sous leur propre responsabilité, des achats de matériaux. Ceci aux ouvrières connues et ayant donné des preuves de leur habileté. Aussitôt la livraison du travail, le prix convenu d'avance est payé sans retenue. Dans ce dernier cas, le magasin est obligé, en vendant le travail, de majorer son prix afin de retrouver la remise de 15 p. 100 et le prix des matériaux fournis.

Contrairement aux autres maisons, « Bikupan » ne se borne pas à certaines spécialités ; elle accepte tous les travaux qui offrent quelque originalité et laisse aux ouvrières toute liberté de donner cours à leur imagination. Dans ses magasins, les ouvrages de bois voisinent avec le fer forgé. Les reconstitutions des anciennes industries rurales y sont nombreuses, telles des boîtes en issbo peintes en couleur, de forme étrange ou sculptées en blanc, des dossiers de chaises sculptés, des chandeliers en bois que l'on sort à l'occasion de certaines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grandes fêtes suédoises, un peu de vannerie ; des casse-noix faits de deux pièces de bois et représentant une tête remarquablement expressive ; des napperons, du tissage, des mousselines, du cuir peint, quelques bijoux en filigrane, etc. Enfin, les dentelles de Scanie qui trouvent leur emploi dans le costume pittoresque des paysannes de ces provinces (fig. 8), dont on rencontre de très beaux types dans les rues de Stockholm et dans les maisons mentionnées plus haut qui se les attachent volontiers comme vendeuses.

En résumé le tissage semble être le travail national en Suède ; on tisse partout, dans toutes les classes de la société : c'est le passe-temps ou l'occupation de la châtelaine comme de la paysanne, de la bourgeoise et de la femme du peuple. Chaque maison, riche ou pauvre, a son métier à tisser le linge de famille, les vêtements. Les femmes du monde tirent gloire de leur habileté au métier. La baronne d'Adelsward, fille du maréchal du royaume, femme du ministre des Finances, chez laquelle je passai quelques temps lors de mon voyage en Suède me montra le métier de deux de ses filles âgées de dix et onze ans qu'elles font marcher pendant une heure ou deux chaque jour. Elles ont commencé par tisser du blanc, puis deux couleurs, puis davantage. Elles ont produit l'année dernière du tissu pour ameublement dont on a recouvert des chaises qu'elles ont ensuite offertes en cadeau à des amies. Plus tard, elles tisseront l'étoffe du costume national que porte chaque Suédoise au moins une fois l'an, à certaine fête nationale qui a lieu au mois de mai, tout comme leur mère a tissé le sien.

Le tissage est pour ainsi dire entré dans les mœurs scandinaves et je connais à Paris la femme d'un chambellan du roi, conseiller à la légation de Suède, qui est venue en France, apportant son métier auquel elle travaille dès que les loisirs de sa vie mondaine le lui permettent.

Il existe aussi en Italie de très belles organisations, notamment deux groupes d'industries féminines dont le temps limité qui m'est accordé ne me donne pas le loisir de parler ; en Hongrie, une société fort importante, qui fonctionne sous le patronage de l'archiduchesse Isabelle et fait exécuter aux paysannes les somptueuses broderies d'or et d'argent qui ornent les costumes de gala des magnats ; d'autres encore.

Si je me suis plus particulièrement arrêtée à la Suède, c'est que celle-ci me semble représenter la synthèse de ce qu'il y a de plus parfait et de plus pratique en fait d'organisations féminines et parce que nous pourrions, me semble-t-il, en France, tirer quelque enseignement de ces institutions toutes prospères.

Les économistes, à bon droit, se préoccupent du dépeuplement des campagnes.

Rien n'est plus moralisateur que de développer le goût de la vie familiale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et rurale, en faisant comprendre la dignité et la noblesse de la vie aux champs et à la campagne ; mais pour donner à la question un tour pratique, disons aussi que, si les ruraux, trop souvent, se laissent attirer à la ville par l'appât quelquefois trompeur du gain et de la vie facile, un des moyens de les retenir chez eux ne consisterait-il pas précisément à introduire et à développer de petites industries appropriées au climat et ne portant point préjudice aux travaux de la culture, mais qui leur donneraient un salaire d'appoint et un peu plus d'aisance ?

Louise Zeys.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE

LES RÉSERVES EN CÉMENTATION ET LA DIFFUSION
dans les solides (1).

Cette communication trouve son origine dans la conférence faite le 4 décembre dernier par M. Nicolardot à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, sur la métallisation. En effet, comme application de la méthode électrolytique, M. Nicolardot cite son emploi dans la protection des pièces cémentées et écrit (Bulletin de décembre 1913, p. 576) :

« Depuis quelques années, on s'est efforcé de réserver certaines régions dans les pièces à cémenter au moyen d'un dépôt de cuivre. Ce métal ne se combine pas au carbone aux températures relativement basses (2); il ne fond qu'à 1050°. Or la cémentation s'obtient entre 800 et 980° (2). Il est donc bien possible de protéger certaines parties. Pour cela les pièces sont polies, vernissées partout où le carbone doit diffuser dans le fer, et les parties qui doivent rester plastiques sont recouvertes de cuivre par électrolyse dans un bain de cyanure. En 15 ou 20 minutes, le dépôt est suffisant. En général, l'opération réussit. Il est évident qu'il ne faut pas chauffer jusqu'au point de fusion du cuivre. »

Puis un peu plus loin, page 603 :

« Par électrolyse, on avait réussi depuis quelques années à créer des réserves sur les pièces à cémenter. Je me suis demandé si par le procédé Schoop, il ne serait pas possible d'atteindre le même but. Les premiers essais exécutés avec des dépôts de cuivre, de laiton et de cuivre recouvert de zinc m'ont montré que l'opération réussit avec le cuivre. Les réserves sont faites rapidement, et pour enlever le cuivre on peut utiliser

(1) Communication faite en séance publique par M. L. Guillet le 13 mars 1914 au nom des auteurs MM. Léon Guillet et Victor Bernard.

(2) Nous remarquons dans ce passage que M. Nicolardot indique pour le point de fusion du cuivre, une température manifestement trop basse; de même les températures de 800 à 975 ou 980° données comme intervalle de cémentation ne correspondent pas à la réalité : les limites inférieures et supérieures les plus généralement adoptées sont 850 et 1 050°. A 800° les vitesses de pénétration sont tellement lentes que cette température ne peut convenir qu'à des cémentations très faibles sous peine de prolonger la durée de l'opération de façon excessive. Au dessus de 1050°, les boîtes de cémentation se détériorent très rapidement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les procédés employés pour le démontage des canons. Je me réserve d'étudier cette question qui, je l'espère, entrera bientôt dans la pratique quand elle sera mise au point. Comme la cémentation a lieu, suivant la nature des métaux alliés au fer, à des températures variant entre 800 et 975°, la diffusion du cuivre intervient, et il est alors possible d'envisager, non plus seulement la formation de réserves pour la cémentation, mais la diffusion de métalloïdes autres que le carbone ou de métaux capables de modifier, par endroits, la nature de l'acier. Le problème mérite d'être étudié complètement, et c'est là ce que je me propose de faire. »

Les renseignements publiés par M. Nicolardot sont donc peu nombreux et constituent plutôt un programme de recherches futures qu'un résumé de résultats acquis. En ce qui concerne les réserves en cémentation, les micrographies données par l'auteur page 604 du Bulletin de décembre, ne sont d'ailleurs pas d'une grande netteté et ne montrent point clairement le phénomène annoncé : l'acier cémenté présente de la ferrite ; la partie protégée est sensiblement aussi chargée en carbone que la portion non garantie. Or, la question des réserves en cémentation ayant fait depuis longtemps l'objet de nos recherches, il nous a paru utile de les résumer; ceci nous conduira tout naturellement à étudier le problème de la diffusion dans les solides et à exposer quelques résultats d'expériences anciennes et nouvelles que nous avons exécutées dans cette voie.

Qu'il nous soit permis de donner avant tout quelques dates relatives à nos essais :

A la suite de recherches faites en 1903, les usines de Dion-Bouton ont pris, le 9 avril 1904, un brevet concernant la protection contre la cémentation par les recouvrements métalliques (brevet n° 342 061) ; ceux-ci étaient obtenus, soit par immersion dans un bain de sel de cuivre, soit mieux par électrolyse.

D'autre part, dans la longue étude que l'un de nous a publiée dans le *Génie civil* en juin, juillet et août 1911, tout l'intérêt de la question a été nettement montré. Enfin, au mois d'octobre dernier, nous nous mettions en rapport avec M. Guilbert, administrateur délégué de la Société de métallisation, en lui signalant l'intérêt que présentait la protection métallique pour la cémentation, application qu'il ignorait à cette époque, et nous poursuivions, grâce à son concours, des expériences qui nous ont conduits à l'organisation d'un poste d'appareil Schoop aux usines de Dion-Bouton.

Mais avant d'entrer dans le sujet même de cette communication, il nous semble nécessaire de rappeler brièvement ce qu'est la cémentation, son mode opératoire, ses avantages et ses inconvénients, de montrer très succinctement comment les méthodes scientifiques ont permis de régir les différents facteurs qui influent sur les résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La cémentation, son but, ses inconvénients. — La cémentation des aciers est une opération qui a pour but l'obtention de pièces ayant superficiellement une grande dureté et possédant cependant une âme non fragile.

Ce résultat, qui ne peut être obtenu avec un acier homogène ou trop doux ou trop dur, est acquis en partant d'un acier à faible teneur en carbone, que l'on place à température élevée dans un milieu carburant. On obtient ainsi une pièce à teneur en carbone élevée à la périphérie et qui, de ce fait, possède après trempe une dureté très forte. Si on prend les précautions nécessaires dans la cémentation et surtout dans le traitement thermique qui la suit, on peut obtenir simultanément et la grande dureté cherchée en surface et la non-fragilité de l'âme.

Les avantages de la cémentation résident essentiellement dans ces résultats qui, hors d'elle, apparaissent contradictoires, du moins avec les aciers ordinaires. Encore faut-il ajouter que les aciers spéciaux quels qu'ils soient, n'ont point entièrement résolu le problème solutionné par ce traitement fort ancien. Mais la cémentation a de nombreux inconvénients ; c'est une opération délicate entre toutes, lorsqu'on veut atteindre avec certitude les buts visés ; c'est une opération coûteuse, nécessitant un matériel important.

Et enfin elle crée un produit hétérogène dans lequel les traitements thermiques apportent, cela est indiscutable, des tensions qui ne sont pas sans inconvénients, et la couche superficielle à teneur élevée en carbone ne supporte pas toujours les chocs.

Les facteurs de la cémentation. Les méthodes scientifiques permettant de les régler. — Nous ne pouvons décrire ici toutes les études qui ont été faites sur la cémentation ; nous renvoyons aux articles du *Génie civil*, auxquels nous faisions allusion plus haut.

Nous voudrions cependant indiquer en quelques mots les facteurs qui interviennent dans l'opération, les méthodes actuellement utilisées pour les régler.

La cémentation d'un acier se divise en somme en deux phases : la cémentation proprement dite, le traitement thermique.

La cémentation, qui consiste essentiellement dans une absorption superficielle du carbone, dépend : 1° de la matière carburante, du cément : 2° de la température ; 3° du temps ; 4° de l'acier.

Une opération est caractérisée par l'épaisseur totale de la couche totale cémentée, par la teneur en carbone de la périphérie, par la variation de la teneur en carbone en fonction de l'épaisseur.

Cément. — Le cément est réglé, si on a soin d'adopter un mélange qui peut toujours être obtenu identique à lui-même. C'est pour cela qu'aux anciennes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matières utilisées, suie, corne, etc., se substituent de plus en plus des produits chimiquement définis dont le plus employé est le mélange charbon et carbonate de baryum, indiqué par Caron.

Nous n'avons pas à discuter ici le mode d'action des céments : notons cependant que, d'après les recherches récentes de M. Charpy, beaucoup de céments, notamment celui de Caron, agiraient par l'oxyde de carbone.

Il ne suffit pas qu'un cément soit constant. Il faut de plus, qu'il fasse un apport régulier et non brusque de carbone. Sans quoi il se produirait rapidement en surface de la cémentite qui, se présentant en aiguilles, crée une grande fragilité, d'autant plus qu'elle disparaît difficilement par trempe.

Il doit aussi avoir une vitesse de cémentation assez grande pour ne pas trop prolonger l'opération. Il doit enfin ne pas s'épuiser rapidement, sans quoi il ne pourrait agir profondément. Il est bon aussi qu'il soit aisé à régénérer.

Toutes ces qualités se trouvent à peu près dans le cément (charbon et carbonate de baryum). Cependant il semble bien que certains céments gazeux doivent avoir la préférence à certains points de vue ; ils viennent de donner lieu à de très belles études auxquelles restera attaché le nom du professeur Giolitti, et qui se sont traduites par un procédé pratique basé sur l'emploi de céments mixtes (carbone solide, gaz carbonique) qui promet beaucoup. On en trouvera la description détaillée dans la remarquable conférence que notre collègue M. Portevin a faite à la Société des Ingénieurs Civils au mois de juin dernier. La température influe évidemment sur la couche cémentée, son épaisseur, sa teneur en carbone. Aucune cémentation industrielle ne peut se passer à une température inférieure à 800°. (Il faut que le fer soit à l'état de fer γ, pour qu'il y ait absorption rapide de carbone ; donc, dès 700°, cette absorption est possible, mais elle n'est rapide que lorsque tout le fer est à l'état γ) ; évidemment la pénétration croît avec la température, et il faut faire à ce sujet une étude approfondie du cément utilisé.

Couramment on cémente à 850° et à 1 000°. Nous verrons plus loin les raisons de ces deux températures. On ne peut dépasser 1050° sans quoi les boîtes métalliques qui renferment les pièces ont trop à souffrir.

Le réglage de la température est plus délicat qu'on ne pourrait le penser. En effet, les soles des fours de cémentation sont assez vastes, du moins lorsque la production est élevée et de ce fait, elles ne sont pas toujours isothermes. S'il est aisé de mesurer la température, grâce aux couples thermo-électriques dont certains types récents sont très peu coûteux, grâce aux lunette et télescope de Féry, on ne peut guère même avec les fours modernes chauffés par les gaz, compter sur une température absolument régulière. Il faut alors partager la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sole en zones sensiblement isothermes et organiser le travail de l'atelier pour que le four soit entièrement chargé et déchargé simultanément, on a alors différentes épaisseurs de cémentation suivant la position des boîtes. D'ailleurs dans un grand atelier, on a généralement des pièces dont la couche cémentée doit atteindre des valeurs comprises entre 5 dixièmes de millimètre et 12 dixièmes de millimètre, rarement 15 dixièmes.

Il faut toutefois bien reconnaître qu'en ces toute dernières années, les fours ont fait, surtout en France, de grands progrès au point de vue régularité de chauffage.

Quant au facteur acier, il n'influe pas tout au moins pour les aciers couramment utilisés en cémentation sur la vitesse de cémentation; mais, bien entendu, la teneur en carbone de la périphérie est fonction, toutes choses égales d'ailleurs, de la teneur initiale du métal.

Traitement thermique. — Examinons maintenant ce que doit être la trempe d'une pièce cémentée. Elle a un double but: donner à la périphérie la dureté cherchée ; rendre à l'âme la résilience qu'elle a perdue par suite du chauffage à température élevée.

Pour obtenir ces résultats, il faut que la température de trempe soit supérieure au point de transformation le plus élevé du métal. Or la périphérie est à une teneur d'environ 0,9 p. 100 de carbone et a son point de transformation à 700 ; l'âme est généralement à très faible teneur en carbone 0,1 et à son point de transformation le plus élevé aux environs de 850° dans le cas des aciers ordinaires. D'où le principe de la double trempe énoncé, croyons-nous, pour la première fois par M. Henry Le Chatelier.

La pratique nous a montré que pour l'acier ordinaire de cémentation (C = 0,1, Mn < 0,5 p. 100) la double trempe devait être opérée de la façon suivante :

1re trempe : à 1 000° (1), trempe de régénération de l'âme ;

2e trempe : à 800-850°, trempe de dureté.

On voit l'inconvénient de ce traitement : la trempe à haute température amène des déformations et, si l'atmosphère du four est tant soit peu oxydante, il y a décarburation superficielle. Comme l'âme de la pièce est d'autant plus fragile que la température est plus élevée, toutes choses égales d'ailleurs, on conçoit une autre méthode de cémentation qui consiste à cémenter à la plus basse température possible, disons 850° et à ne faire qu'une trempe à 800-850°.

(1) Théoriquement la température de 900° devrait suffire, mais elle ne permet pas, à moins d'un chauffage prolongé, d'homogénéiser la solution fer γ carbone, à faible teneur en carbone.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, de toutes façons, l'âme de la pièce est plus fragile qu'après la double trempe et la méthode ne peut être conseillée que là où l'on ne peut faire autrement, lorsqu'on craint beaucoup les déformations (grandes couronnes d'engrenages, cuvettes de roulement, etc.).

Enfin il est bon d'ajouter que les méthodes scientifiques ont permis un actif contrôle des résultats de cémentation : les essais à la bille, mieux encore le scléroscope Shore, les essais de choc sur barreaux entaillés fixent d'une façon précise sur les deux grandes qualités d'un produit cémenté : la dureté et la non fragilité. L'examen micrographique pratiqué sur produit cémenté avant la trempe permettra de connaître la teneur en carbone de la périphérie et la répartition de cet élément.

Tel est, très brièvement résumé, l'état actuel de la pratique de la cémentation dans ses plus grandes lignes.

Emploi des aciers spéciaux. — L'utilisation des aciers spéciaux en cémentation a pris, depuis quelque dix ans, une importance considérable ; on a cherché dans cet emploi, non pas à augmenter la dureté de la couche superficielle (dans la plupart des cas, on obtient plutôt une couche de plus faible dureté), mais à améliorer les qualités de l'âme et à simplifier le traitement.

Les aciers actuellement employés à cet effet sont les aciers au nickel, les aciers nickel-chrome.

Les aciers au nickel de cémentation peuvent renfermer jusqu'à 6 p. 100 de nickel, toujours avec une faible teneur en carbone. Ils permettent un traitement thermique plus simple consistant en une seule trempe ; cela provient de ce que, toutes choses égales d'ailleurs, le recuit de l'âme de la pièce, recuit inhérent à toute cémentation a moins d'action, au point de vue fragilité, sur les aciers au nickel que sur les aciers ordinaires et aussi de ce que ce métal abaissant les points de transformation de l'acier, la température de la trempe de régénération et celle de la trempe de dureté se rapprochent. On peut ainsi confondre les deux traitements en un seul.

De plus les aciers au nickel offrent une résistance plus élevée à la traction, une résilience plus forte et le nickel augmentant l'influence de la trempe sur l'âme de la pièce, on obtient, ainsi que nous l'avons indiqué en détail (voir *Génie civil* juin, juillet, août 1911) des propriétés très intéressantes qui peuvent atteindre avec l'acier à 6 p. 100 de nickel :

$$R = 105,\ E = 95,\ A\ p.\ 100 = 10,\ \text{Résilience} = 12\ (1)$$

alors que l'acier ordinaire cémenté, trempé, fournit les constantes mécaniques :

$$R = 50,\ E = 38\ A\ p.\ 100 = 25,\ \text{Résilience} = 30\ (1)$$

(1) Éprouvette Mesnager, Mouton Guillery.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Actuellement, on utilise beaucoup les aciers nickel-chrome, dont la teneur la plus courante en cet élément est de 0,5 à 0,7 p. 100. Le chrome intervient pour compenser la diminution de dureté que donne généralement le nickel (par suite de la tendance à la formation du fer γ).

Nous avons déjà signalé l'emploi d'aciers au nickel (7 p. 100) qui acquièrent par simple cémentation des propriétés analogues à celles que donnent les aciers ordinaires par cémentation suivie de trempe.

Toutefois la dureté est moindre.

On voit donc que l'emploi des aciers spéciaux concourt à simplifier les opérations de cémentation et à améliorer très nettement les produits obtenus.

Des réserves en cémentation, leur pratique habituelle. — L'une des plus grosses difficultés pratiques de la cémentation résulte de la nécessité d'effectuer des réserves. On conçoit aisément les raisons qui font désirer qu'une pièce ne soit cémentée, c'est-à-dire durcie superficiellement, que là seulement où besoin en est. La généralisation de cette couche cémentée entraînerait de la fragilité dans les parties de faible épaisseur, de l'hétérogénéité là où elle n'est point utile, de la dureté là où un travail ultérieur est parfois nécessaire ou intéressant.

On est donc conduit à protéger certaines portions des pièces à cémenter et ceci n'est point chose aisée, la cémentation s'opérant, nous l'avons dit, par l'intermédiaire de produits gazeux tels que l'oxyde de carbone. Les moyens habituellement utilisés dans la confection des réserves se résument à trois méthodes.

Le recouvrement en terre réfractaire ou en mastic. — Les inconvénients de ce système sont nombreux : en premier lieu, la protection n'est jamais absolue ; les gaz qui produisent la cémentation ne sont, on le conçoit, que partiellement arrêtés par les substances employées poreuses aux températures auxquelles se fait l'opération (fig. 1) ; en outre, ces revêtements n'adhèrent pas suffisamment par eux-mêmes et doivent être maintenus par des systèmes quelquefois compliqués de garnitures métalliques, formées de tôle, de tiges et d'écrous ; les fig. 2 à 5 donnent quelques exemples de ces montages qui sont souvent délicats à établir, entraînant en tout cas des frais de main-d'œuvre qui grèvent assez lourdement le prix de revient de la cémentation ; enfin l'usure très rapide de ces accessoires, la consommation de la substance, utilisée, le combustible consommé pour chauffer toutes ces matières inertes, interviennent également pour une part importante dans ce prix de revient.

Le frettage. — Cette méthode ne peut être utilisée que pour des pièces simples. Si l'on veut protéger par exemple, une partie de tige cylindrique, on la recouvre d'un tube fretté à chaud. L'épaisseur de ce tube sera un peu supé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure à celle de la cémentation cherchée, de manière que la partie de la pièce située dans le tube ne se carbure pas. Comme la cémentation agit sur la frette et dans toute son épaisseur, la trempe consécutive lui communique une fragilité qui permet de la détacher de la pièce en la brisant à coups de marteau.

Enlèvement de la couche cémentée. — Cette méthode, particulièrement à

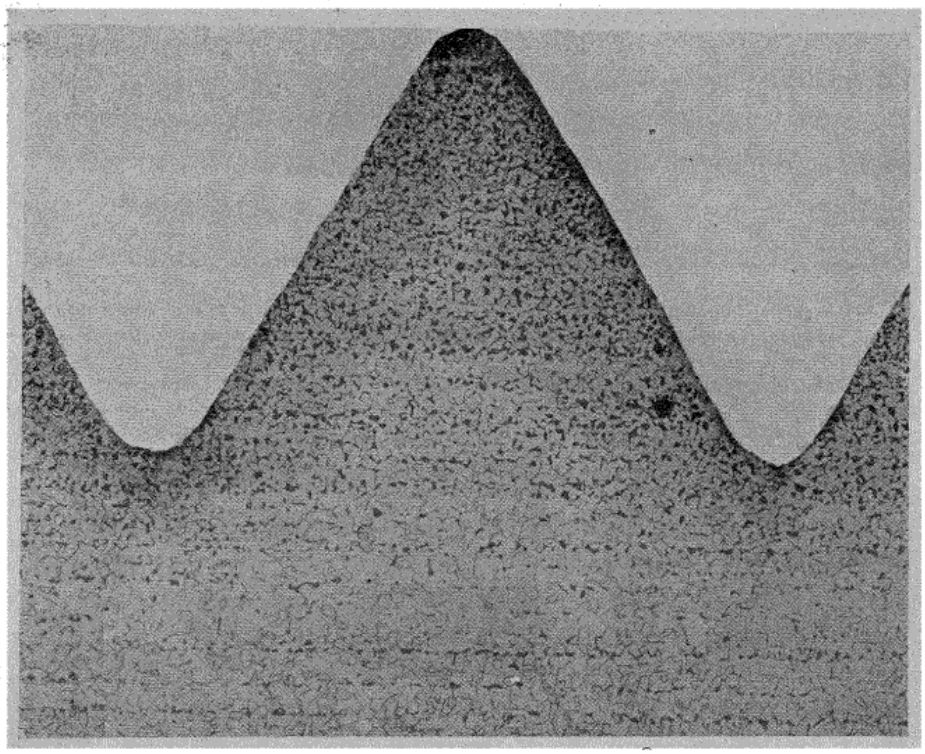


Fig. 1. — Axe protégé par la terre réfractaire ou le mastic, section longitudinale sous la protection montrant l'apport de carbone dans la partie filetée, apport particulièrement dangereux en raison de la fragilité que la trempe confère aux filets. × 50. Attaque Bénédicks.

conseiller dans le cas de pièces très délicates, consiste à cémenter toute la surface en ayant soin de laisser des surépaisseurs au moins égales à la profondeur à cémenter, aux endroits qui doivent rester doux après traitement. Avant de tremper, on enlève ces surépaisseurs aux machines-outils, de sorte que la localisation des surfaces durcies est parfaite. Ce procédé toutefois est coûteux et par suite peu employé.

Des réserves obtenues au moyen de dépôts métalliques. — Pour qu'un revêtement métallique puisse être utilisé comme protection dans la cémentation, il faut qu'il jouisse des propriétés suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Être solide à la température de l'opération, sinon il pourrait s'écouler et découvrir les surfaces à protéger (1).

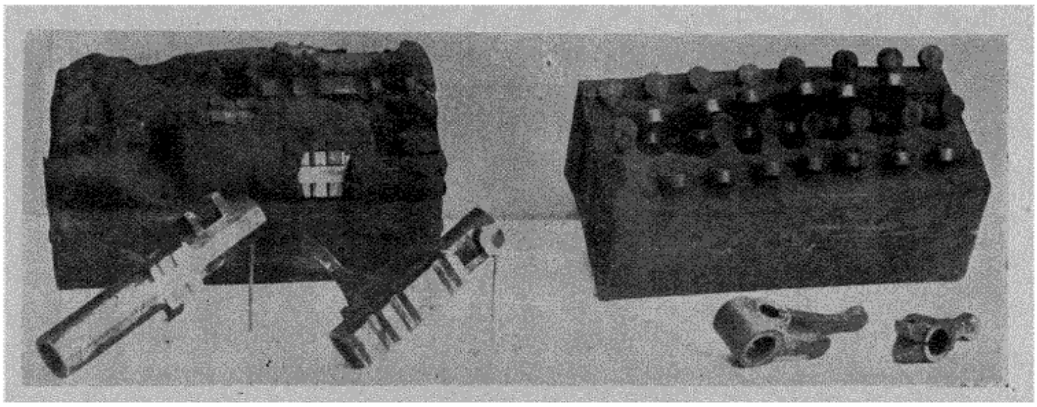


Fig. 2. — A gauche, fourchettes nues et boites prêtes à être introduites dans les coffrets de cémentation : petites surfaces à cémenter, irrégulièrement réparties sur des pièces de forme compliquée, exigeant l'aménagement, dans la masse de terre, de canaux permettant de mettre en contact avec le cément les parties à durcir opposées aux surfaces que l'on peut laisser émerger directement ; poids des 4 pièces contenues dans la boite : 4,5 kg, poids de la terre et de la boite : 13,7 kg. A droite, leviers divers dont les têtes seules doivent être cémentées.

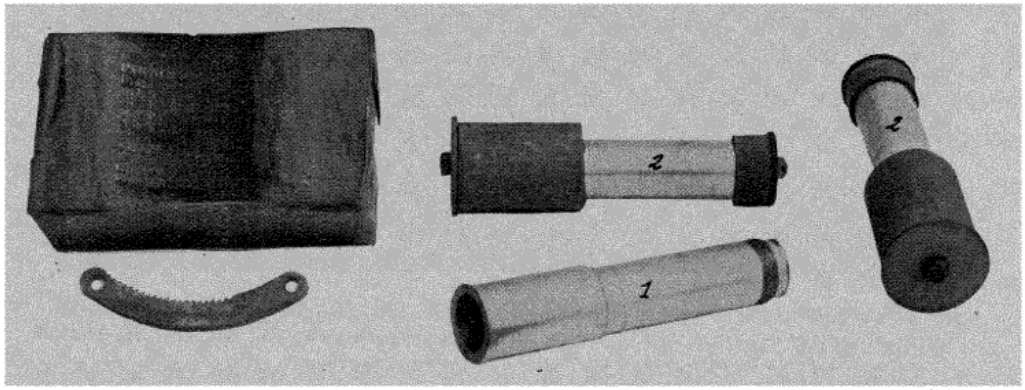


Fig. 3. — A gauche, secteur de frein et boite contenant une série de ces pièces : on ne laisse émerger que la denture qui doit seule être cémentée. — A droite, fusée creuse : 1, pièce nue, 2, pièces revêtues de terre et de garnitures métalliques sur leurs extrémités et à l'intérieur, la partie extérieure médiane seule devant être cémentée.

2° Ne point se laisser traverser par les substances qui, dans les conditions où l'on se place, produisent la cémentation.

3° Être facile à obtenir industriellement ; on peut ajouter aussi : être aisé à

(1) On peut prévoir toutefois le cas d'un métal liquide à la température de cémentation qui soit susceptible de fournir avec le métal sous-jacent une combinaison fondant à plus haute température et s'opposant à la cémentation. Mais toute combinaison étant fragile, on aurait à craindre une altération de la surface.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éliminer après la cémentation et la trempe, si cela est nécessaire, et ceci peut quelquefois se présenter.

Il n'y a que les 1re et 3e conditions qui limitent *a priori* le nombre des

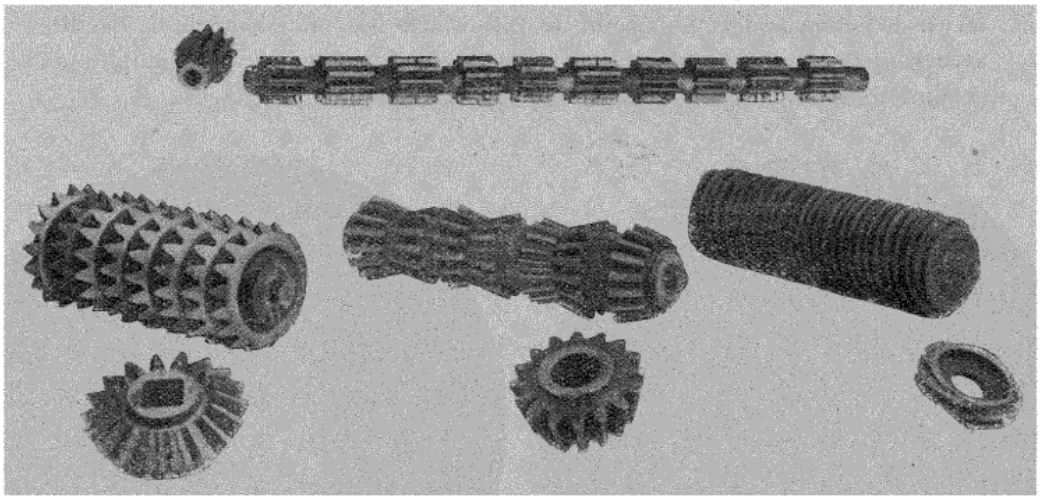


Fig. 4. — Engrenages divers. Les dentures seules doivent être cémentées : l'alésage est protégé contre la cémentation au moyen de terre ; on simplifie l'armature métallique qui maintient cette terre en accouplant un certain nombre de pièces, ce qui permet de n'employer qu'une rondelle à chaque extrémité.

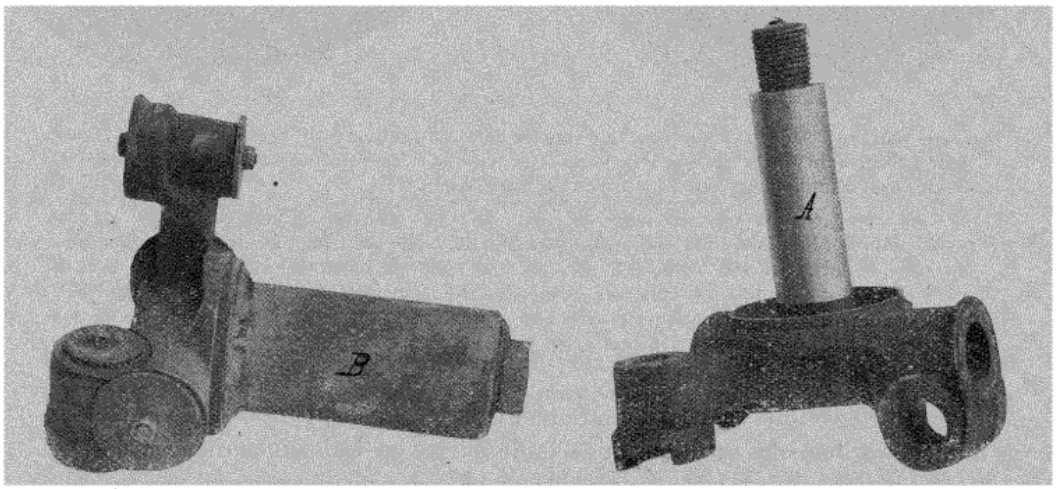


Fig. 5. — Fusée d'essieu, à droite nue, à gauche, prête à être mise dans la terre. Le corps A de la fusée qui doit seul être cémenté est entouré par un tube B rempli de cément ; le tout est ensuite introduit dans une boîte remplie de terre.

métaux dont on peut envisager l'emploi, mais elles le limitent considérablement ; en fait, on ne voit guère que le cuivre et le nickel qui puissent être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retenus, bien que, toutes choses égales, le prix de ce dernier métal puisse encore conduire à l'écarter.

Nous avons donc étudié l'application de ces deux métaux et aussi, incidemment, de l'étain malgré son point de fusion très bas, en raison de la facilité avec laquelle on peut obtenir des revêtements de ce métal, par l'emploi du produit commercial connu sous le nom d'« étain liquide ».

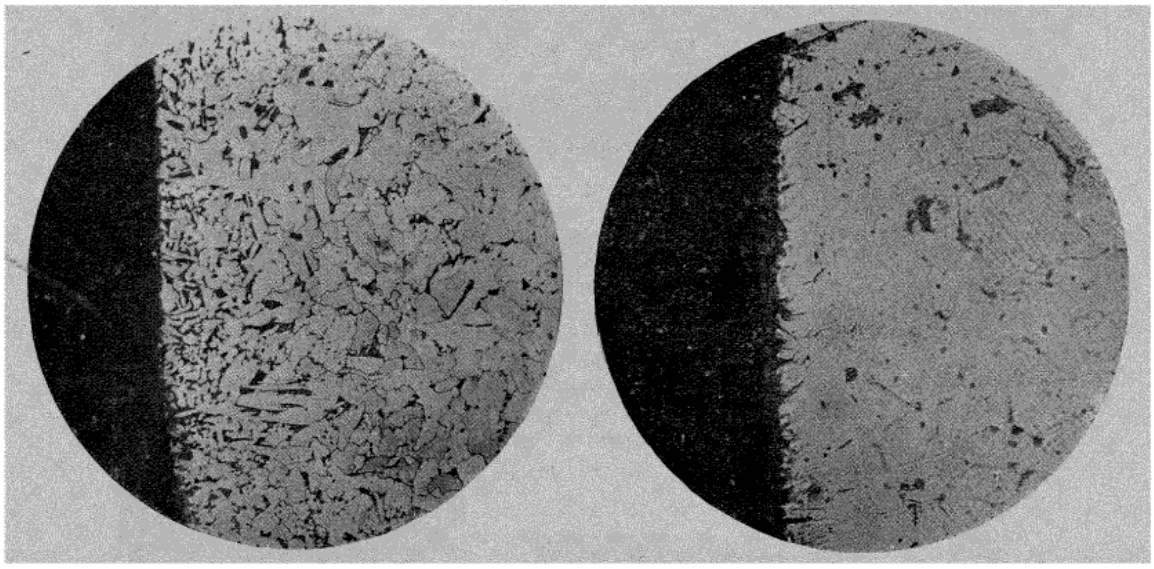


Fig. 6. Fig. 7.

Fig. 6. — Barreau recouvert d'une couche de cuivre de 1 à 2 centièmes de mm et cémenté à 1 000° pour 1 mm. Bord de la section transversale du barreau : légère cémentation sous la couche de cuivre insuffisamment épaisse. × 57. Attaque Bénédicks.

Fig. 7. — Barreau recouvert d'une couche de cuivre de 2 à 3 centièmes de mm, et cémenté à 1 000° pour 1 mm. Bord de la section transversale du barreau : absence complète de cémentation sous la couche de cuivre. × 180. Attaque Bénédicks. (Des résultats identiques sont obtenus : 1° Sous une couche de cuivre de 3 à 4 centièmes de mm quand la cémentation est prolongée de manière à avoir 2 mm de pénétration dans les parties non protégées ; 2° sous une couche de cuivre de 1 à 2 centièmes de mm quand on cémente à 850° pour 1 mm de pénétration.)

Les procédés mis en œuvre pour obtenir les revêtements de cuivre ont été : l'immersion dans des solutions des sels de cuivre ou le badigeonnage avec ces solutions ; l'électrolyse ; le procédé Schoop.

Le cuivrage par immersion ou badigeonnage est, à première vue, très séduisant à cause de sa simplicité ; nous n'avons cependant obtenu pratiquement aucun résultat dans cette voie, d'abord parce que l'épaisseur de la couche de cuivre est, dans les meilleures conditions, trop faible pour protéger efficacement dans le cas de cémentation un peu prolongée, ensuite à cause des irrégu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

larités dans la compacité de cette couche qui se montre tantôt unie et adhérente, tantôt pulvérulente sans que nous ayons pu nous rendre maîtres des facteurs de ces variations; nous avons donc abandonné nos recherches dans cette voie.

En ce qui concerne le cuivrage par électrolyse, nous nous sommes proposé de déterminer l'épaisseur minimum suffisante pour obtenir une protection abso-

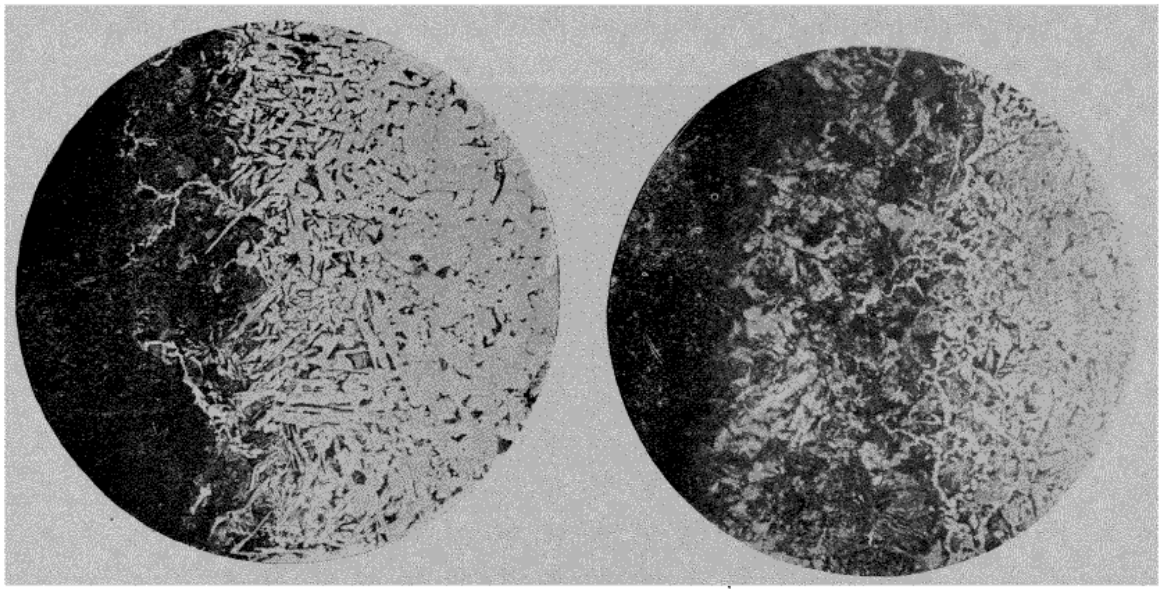


Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 8. — Barreau recouvert d'une couche de cuivre de 1 à 2 centièmes de mm et cémenté à 1 000° pour 2 mm. Bord de la section transversale du barreau : cémentation importante sous la couche de cuivre insuffisamment épaisse. × 57. Attaque Bénédicks.

Fig. 9. — Barreau cémenté à 1 000° pour 1 mm. Cémentation dans les parties non cuivrées. × 57. Attaque Bénédicks.

lue dans des conditions de cémentation données, ces conditions étant caractérisées par l'épaisseur de la couche carburée obtenue dans les parties non protégées.

En principe nous avions adopté le même programme pour l'étude des dépôts de cuivre préparés par le procédé Schoop; il nous avait paru en effet intéressant de pouvoir comparer l'efficacité à épaisseur égale de dépôts de cuivre obtenus par les deux procédés, d'électrolyse et de pulvérisation, et doués vraisemblablement de propriétés différentes.

En réalité, cette comparaison n'a pu être faite en raison de ce que le dépôt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Schoop est, comparativement au dépôt électrolytique, grenu et irrégulier, et qu'il ne se prête pas comme ce dernier à des mesures d'épaisseur suffisamment précises. Il convient d'ajouter qu'après coup, cette comparaison s'est montrée dénuée d'intérêt à cause de la rapidité avec laquelle la pulvérisation permet de préparer une couche de cuivre bien plus épaisse qu'il n'est nécessaire pour réaliser un revêtement d'une efficacité absolue dans tous les cas.

Dans nos essais de protection par le nickel, nous n'avons pu utiliser que le procédé électrolytique ; le nickelage par pulvérisation n'étant pas à ce moment

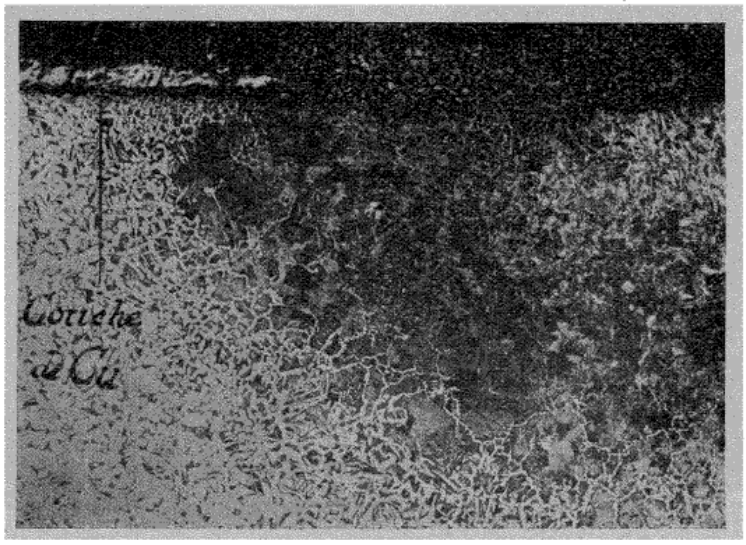


Fig. 10. — Barreau cuivré par le procédé Schoop sur une partie de sa longueur et cémenté à 1 000° pour obtenir une pénétration de 1,2 mm environ. Section longitudinale montrant l'arrêt de la cémentation au voisinage de la partie cuivrée. (On observe une pénétration du carbone sous l'extrémité droite de la bande de cuivre ; cette pénétration est due à la diffusion latérale du carbone, allant de la zone cémentée à la zone protégée.) × 57. Attaque Bénédicks.

mis au point. Comme pour le cuivrage, nous avons étudié l'influence de l'épaisseur de la couche sur l'efficacité de la protection.

Protection par le cuivrage électrolytique. — Nous avons utilisé pour nos essais des barreaux d'acier extra-doux de 10 mm de diamètre et 100 mm de longueur. La métallisation était faite sur une partie seulement de la longueur, de sorte que le barreau servait en même temps de témoin pour l'opération de cémentation.

L'épaisseur des dépôts électrolytiques était mesurée au centième de millimètre, le barreau ayant été soigneusement calibré avant électrolyse.

Les dépôts de cuivre ont été obtenus au moyen d'un bain cyanuré et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cémentation faite dans le mélange bien connu formé de 60 parties en poids de charbon de bois et 40 parties de carbonate de baryum.

Les résultats obtenus dans cette première série d'essais sont résumés dans le tableau suivant.

Température de cémentation.	Épaisseur de cémentation dans les parties non protégées (en mm.).	Épaisseur de la couche de cuivre (en 1/100 de mm.).	Appréciation de la protection.	Observations.
1 000°	1,0 à 1,1	1 à 2	Légère cémentation.	fig. 6 et 9
1 000°	1,0 à 1,1	2 à 3	Protection absolue.	fig. 7 et 9
1 000°	1,8 à 1	1 à 2	Cémentation importante.	fig. 8
1 000°	1,8 à 2	3 à 4	Protection absolue.	V. fig. 7
850°	1,0 à 1,1	1 à 2	Protection absolue.	

On voit donc que l'épaisseur du dépôt nécessaire à la protection est fonction de la température et du temps de cémentation.

Protection par le cuivre déposé par le procédé Schoop. — Comme nous l'avons dit plus haut, nous avons constaté qu'une application de quelques minutes suffisait pour obtenir une couche de cuivre d'une épaisseur plus que suffisante pour protéger d'une façon absolue dans des conditions de cémentation analogues à celles des essais du tableau précédent. Cette constatation mise en évidence (fig. 10) nous a dispensés des autres essais.

Protection par le nickel. — Le mode opératoire adopté a été identiquement le même que pour le cuivre ; nous avons utilisé comme électrolyte le bain de sulfate double de nickel et d'ammonium.

Contrairement à ce qu'on observe avec le cuivre, le nickel ne peut être utilisé comme agent de protection ; il retarde seulement la cémentation dans une faible mesure, ce qui met en évidence sa perméabilité considérable pour l'oxyde de carbone. A 850° comme à 1 000° les résultats obtenus ont été les mêmes bien que nous ayons fait porter nos essais sur des barreaux recouverts de couches de nickel beaucoup plus épaisses que dans les protections par le cuivre.

La figure 11 montre en effet le résultat obtenu à 1 000° sous une couche de métal de 0,14 mm à 0,18 mm d'épaisseur ; la profondeur intéressée par la cémentation est voisine de 1 mm, contre 1,4 mm dans les parties non protégées. En augmentant beaucoup l'épaisseur, on arriverait sans doute pour des cémentations peu importantes à protéger suffisamment, mais si nous ajoutons qu'un dépôt de nickel analogue à ceux que nous avons essayés demande plusieurs heures de bain, on verra de suite que l'emploi de ce métal ne peut être envisagé en pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Protection par l'étain. — Malgré la basse température de fusion de l'étain, nous avons effectué quelques essais avec ce métal dont l'application est extrêmement simple. La figure 12 montre qu'on peut le considérer comme anticément ; seulement son emploi est limité aux surfaces planes et à condition qu'on puisse facilement en assurer l'horizontalité au cours de la cémentation ; s'il en est autrement, la protection est irrégulière ou nulle, ce qui restreint considérablement les possibilités d'emploi de ce procédé ; il faut noter

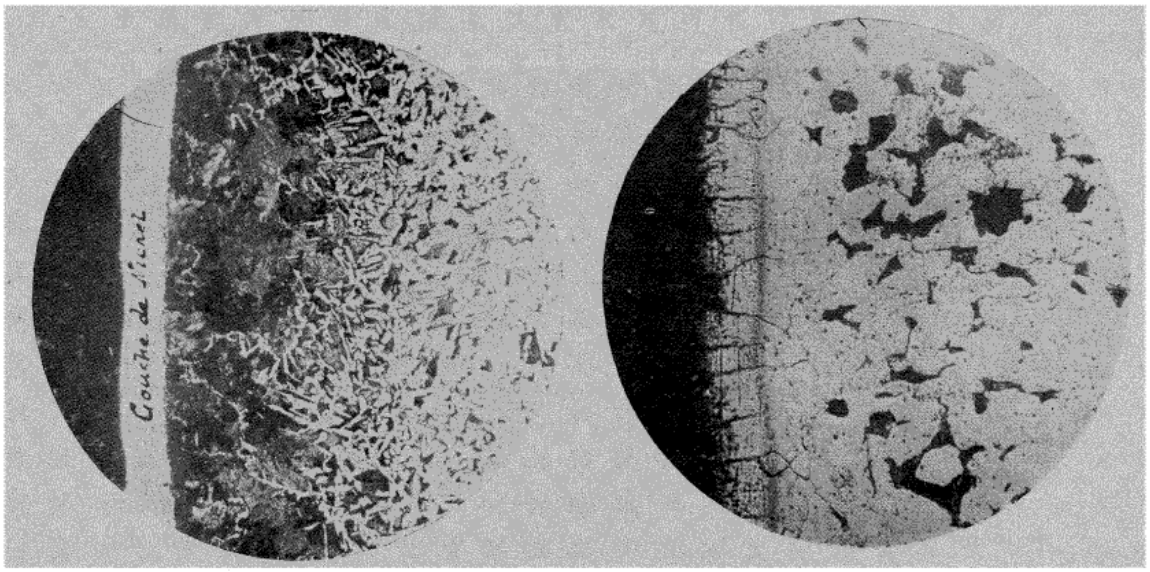


Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 11. — Barreau d'acier nickelé par électrolyse et cémenté à 1 000° pour 1,4 mm. Bord de la section transversale : cémentation importante sous une couche épaisse de nickel.

Fig. 12. — Barreau d'acier étamé et cémenté à 1 000°, pour 1 mm. Bord de la section montrant l'absence de carbone et la zone altérée par l'étain.

de plus l'aspect du bord de la pièce (fig. 12) qui paraît fortement altéré.

En résumé, on voit qu'actuellement le cuivre, seul, permet de solutionner le problème des réserves par recouvrements métalliques.

Quel est maintenant celui des deux moyens, pulvérisation ou électrolyse, auquel il convient de s'adresser pour obtenir les revêtements nécessaires?

En principe le procédé Schoop apparaît comme devant retenir l'attention à cause de la simplicité de son mode opératoire, de la rapidité avec laquelle se font les dépôts, et de la facilité qu'il offre d'épargner au cours du cuivrage les parties à cémenter; toutefois il est à remarquer qu'un atelier de cémentation qui aurait à supporter seul les frais d'installation et d'amortissement d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poste de métallisation (licence de l'appareil, compresseur et accessoires, sablerie) devrait être très important ; si, par contre, cet atelier est attaché à une usine pouvant en même temps utiliser l'installation de pulvérisation pour d'autres usages, la possibilité d'emploi s'élargit.

Le procédé électrolytique a pour avantages la modicité du prix d'installa-

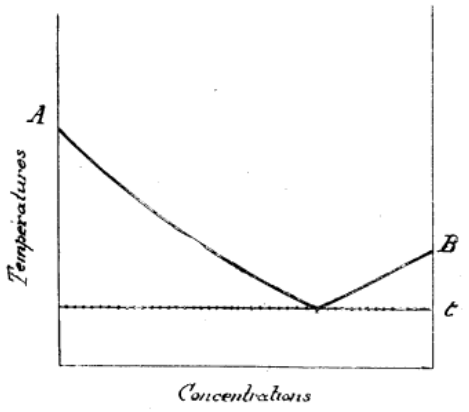


Fig. 13.

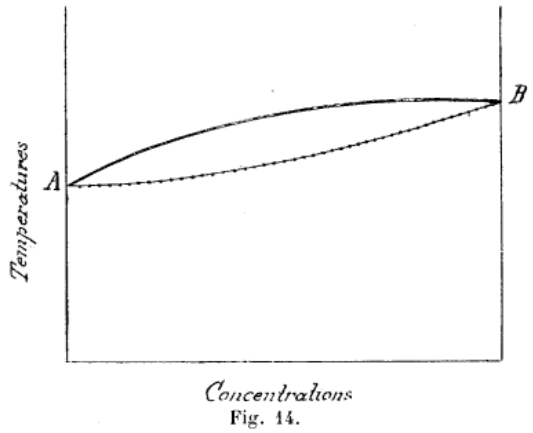


Fig. 14.

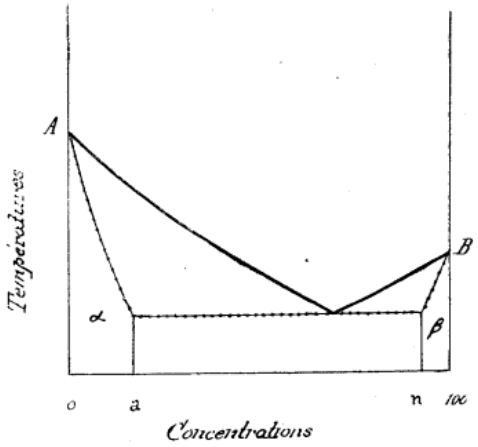


Fig. 15.

tion qui peut s'adapter à un atelier d'une importance quelconque ; l'automaticité de l'opération et enfin la consommation très faible de cuivre, consommation qu'on peut aisément, d'après ce qui a été dit plus haut, limiter aux épaisseurs minima suffisantes pour assurer la protection ; d'un autre côté, il est en infériorité vis-à-vis du procédé Schoop au point de vue de la localisation des dépôts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ce dernier procédé, les moyens les plus rudimentaires permettent d'épargner les parties à cémenter : de simples bandes de papier collées aux endroits que l'on désire ne pas cuivrer suffisent par exemple dans bien des cas ; il en est tout autrement lorsqu'on opère par électrolyse.

Les épargnes doivent alors être obtenues au moyen de vernis appliqués au pinceau avant l'électrolyse sur les parties des pièces à cémenter ; et ces vernis, tout au moins tous ceux que nous avons essayés depuis les vernis communs à l'alcool jusqu'aux dissolutions de caoutchouc et aux enduits de paraffine, se détruisent plus ou moins rapidement ou se décollent dans les bains alcalins ou cyanurés utilisés comme électrolytes. On parvient quelquefois au but avec la

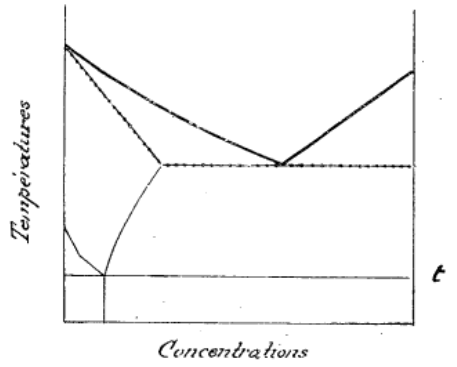


Fig. 16.

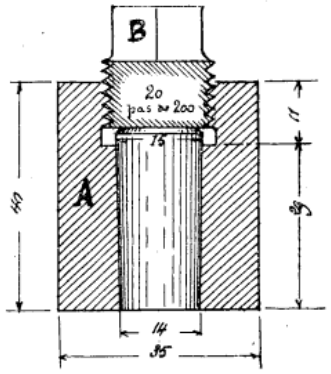


Fig. 17.

paraffine quand les surfaces à épargner ont une forme convenable, mais si ces surfaces n'offrent pas à l'enduit suffisamment de points d'appui, celui-ci se décolle soit par retrait, soit par soulèvement progressif sous l'influence des gaz cathodiques et la pièce se cuivre aux endroits à cémenter ; cet écueil nous a souvent rebutés, en particulier avec les cuvettes de roulement pour automobiles, dans lesquelles le chemin de roulement qui doit être seul cémenté est très difficile à épargner au cours du cuivrage, en raison de sa forme insuffisamment mouvementée.

Cette difficulté disparaît avec les électrolytes acides qui admettent tous les vernis ; mais on en rencontre alors une autre provenant de l'action du bain sur la pièce au moment de l'immersion ; on ne peut pas en effet empêcher à ce moment la formation d'un premier dépôt pulvérulent qui nuit à la compacité du dépôt électrotytique proprement dit.

Le seul moyen pratique que nous ayons trouvé pour tourner ces difficultés, consiste à utiliser la solution acide de cuivrage, mais à n'y introduire la pièce qu'après quelques minutes de séjour dans un bain de nickelage qui recouvre le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fer d'une pellicule extrêmement mince de nickel mais suffisante pour permettre ensuite au cuivre de se déposer correctement.

. Toutes ces petites complications pratiques de l'électrolyse constituent un avantage incontestable à l'actif du procédé Schoop et c'est ce qui a déterminé les usines de Dion-Bouton à installer à titre d'essai un poste de pulvérisation.

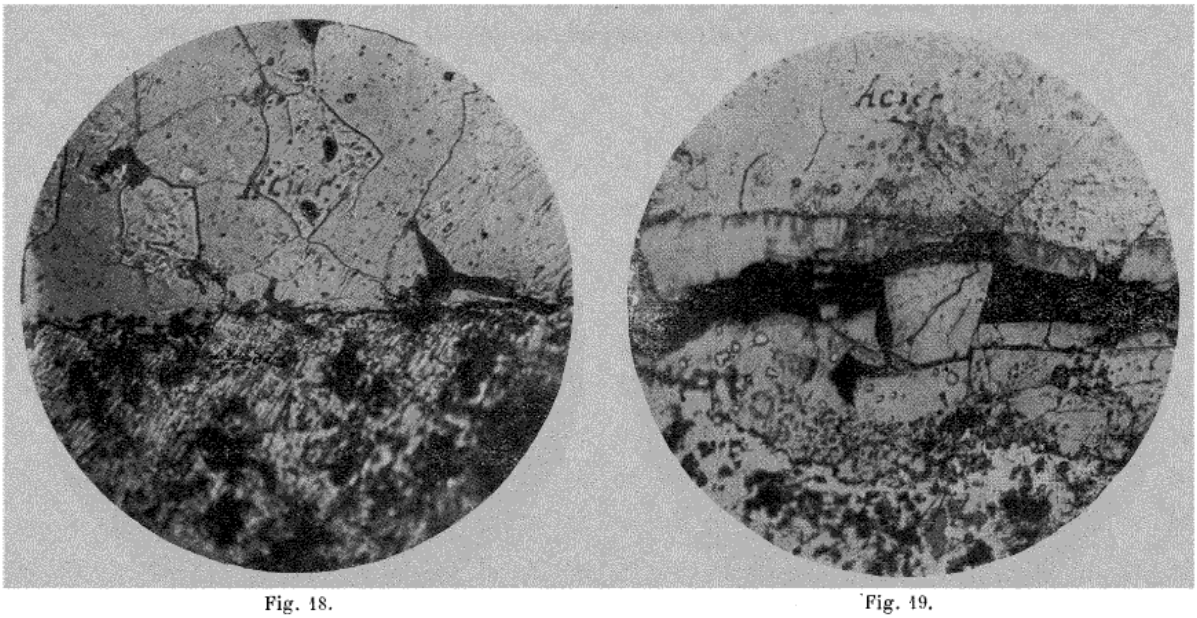


Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 18. — Couple Fe-Al (mécanique); frontière des deux métaux avant chauffage. × 450. Attaque $HAzO^3$ à 4 p. 100 dans l'alcool éthylique.

Fig. 19. — Couple Fe-Al (mécanique); frontière des deux métaux après chauffage. × 450. Bas-relief.

On voit néanmoins, d'après ce qui précède, que le choix entre les deux méthodes dépend des circonstances dans une large mesure.

La diffusion dans les solides.

L'étude des protections par revêtements métalliques conduit à observer l'action réciproque possible des métaux ainsi juxtaposés à haute température, action qui peut se traduire par une pénétration.

On est ainsi amené naturellement à l'étude des phénomènes de diffusion, étude intéressante à cause de l'intervention de ces phénomènes dans certains procédés industriels tels par exemple que la *shérardisation* et la cémentation.

La shérardisation, dont nous avons été étonnés de ne pas voir M. Nico-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lardot faire mention dans son mémoire sur les procédés de métallisation, consiste essentiellement en une cémentation par le zinc ; ce procédé inventé par Sherard Cowper Cowles a été l'objet d'une longue étude, englobant d'ailleurs toutes les méthodes de galvanisation, parue sous la signature d'un spécialiste, M. Sang, dans la *Revue de Métallurgie* de 1912 (Mémoires p. 1-78-160-275-343).

Appliquée aux objets courants petits ou volumineux, aux fils, etc., la shérardisation consiste à chauffer ces objets dans de la poudre de zinc à une tem-

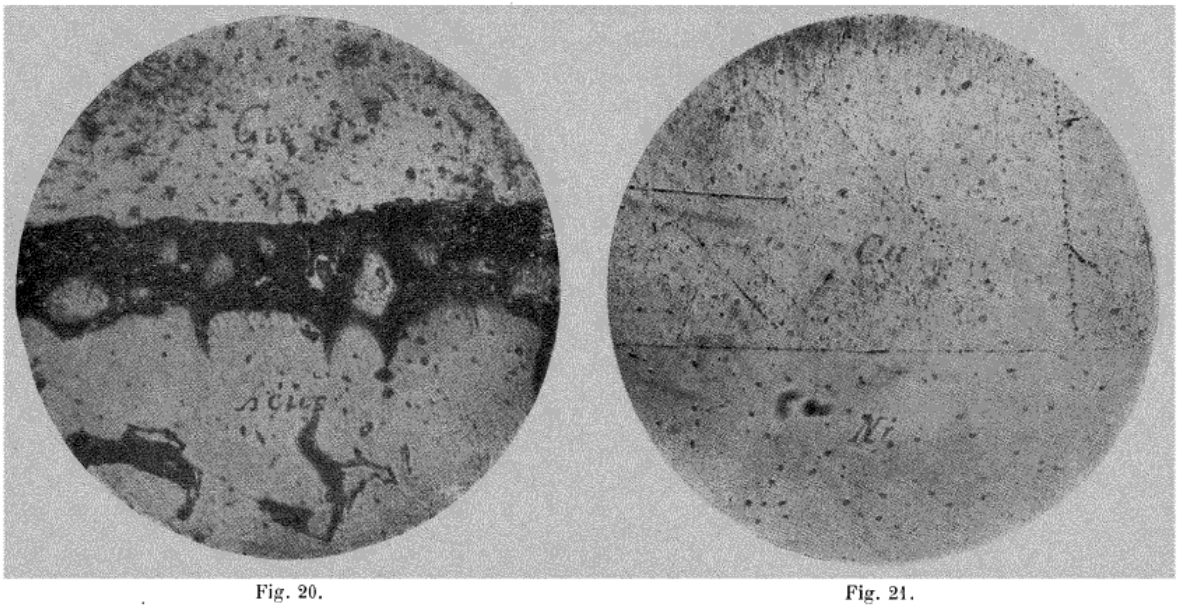


Fig. 20. Fig. 21.

Fig. 20. — Couple Cu-Acier. Zone de diffusion dans l'acier, révélée par la coloration foncée prise par cette zone sous l'influence des réactifs. × 450. Attaque Benedicks.

Fig. 21. — Couple Cu-Ni (mécanique). Frontière des deux métaux avant chauffage. × 200. Bas-relief.

pérature de 300 à 350°. Généralement on utilise des fours tournants, on cémente en quelque sorte au tonneau ; pour les fils on les fait passer dans des cuves contenant le cément, puis entre des contacts électriques qui permettent de porter ces fils à la température voulue pour obtenir le recouvrement.

On utilise comme cément le gris de zinc tel qu'il se condense dans les étouffoirs des fours à zinc. On peut le diluer dans du sable. Bien entendu on règle l'importance du dépôt par le temps de contact et la température qui peut varier de 270 à 400°.

Il y a là véritable cémentation et, comme l'ont montré les anciennes recherches de M. Henry Le Chatelier et les travaux très récents de Guertler, il se forme une croûte du composé $Zn^{10}Fe$, particulièrement utile comme recouvrement protecteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne parlons pas ici de la métallisation et de la cémentation obtenues par la vapeur de zinc, procédé que l'industrie utilise depuis plus de cinquante années.

Les phénomènes de diffusion jouent également un rôle très important dans la cémentation proprement dite; mais ici il paraît s'agir surtout d'une diffusion entre gaz et solide et, sans vouloir revenir sur la question de la cémentation par le carbone qui a donné lieu à des controverses célèbres et que l'un de nous a

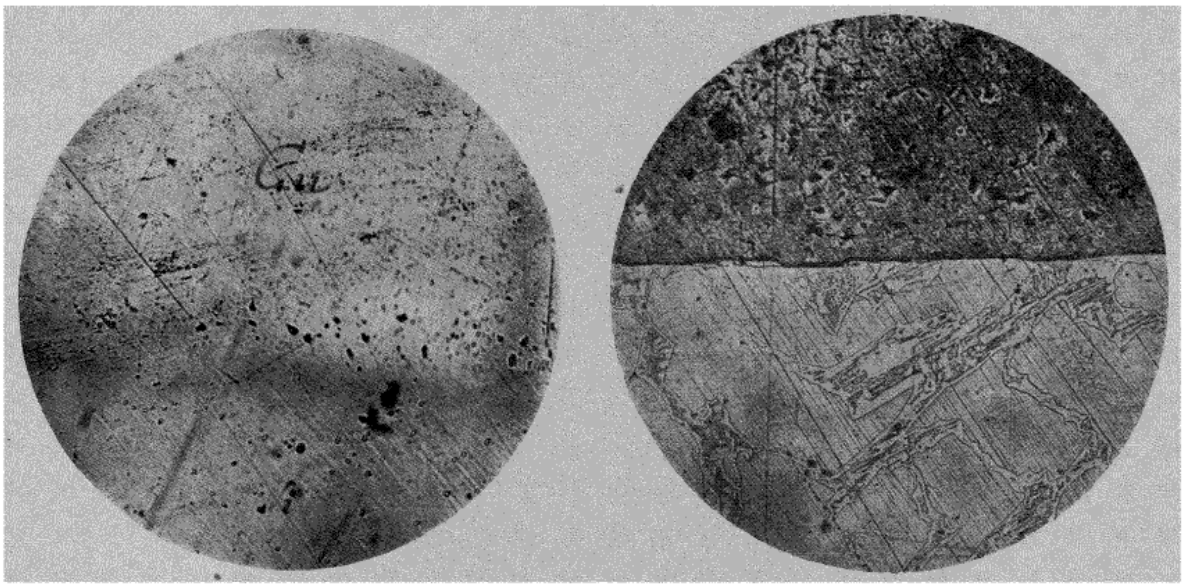


Fig. 22. Fig. 23.

Fig. 22. — Couple Cu-Ni. Disparition du joint après chauffage. × 200. Bas-relief.

Fig. 23. — Couple Cu-bronze. Frontière des deux métaux avant chauffage. × 200. Attaque Fe^2Cl^6.

résumée dans l'étude déjà citée et parue dans le *Génie civil*, nous dirons seulement qu'il est nettement établi que le carbone n'intervient pas dans les cémentations industrielles. M. Charpy pense, après les longs essais qu'il a pratiqués, que lorsque l'on observe une cémentation par le carbone seul, c'est qu'en réalité les produits utilisés renferment encore des substances gazeuses en petite quantité. L'un de nous croit avoir établi avec M. Griffiths qu'il y a cémentation, d'ailleurs faible, par le carbone seul lorsque le contact est assuré par une forte pression, ce qui est conforme à la théorie.

Quoi qu'il en soit, l'étude des phénomènes de diffusion se justifie amplement par la lumière qu'elle peut jeter sur certains procédés industriels et, en fait, un certain nombre d'expérimentateurs s'en sont déjà occupés. On peut citer parmi ceux-ci : Homberg (1713) et Howell (1906) qui ont étudié la diffusion du soufre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'argent; Spring (Bull. acad. roy. Belg. 28, 23, 1894) qui a montré que la diffusion du Cu et du Zn solides avait lieu à 400° (Voir aussi à ce sujet Hallock et Drewitz); Roberts-Austen (Philos. Trans, 187 A, 1896) qui étudia la diffusion du système Au-Pb à 165°; Cowper Cowles (Electr. and Metall. 3, 828, 1904) qui a signalé l'union à 200° de Fe et Zn, de Cu et Zn, et dans ces actions le remplacement de Zn par Sb, Sn, Al; Masing (Rev. mét. VII bis, 465, 1910) qui a étudié pas la méthode thermique la diffusion des couples Cu-Ag, Mg-Pb, Mg-Sn, Mg-

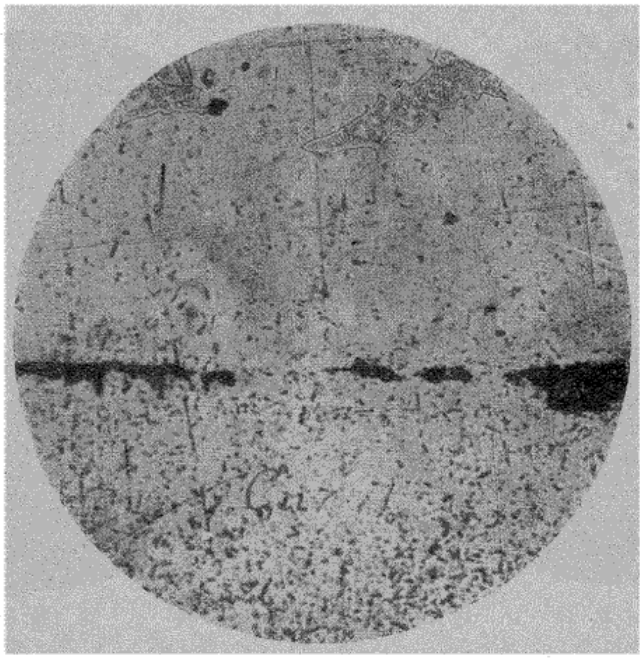


Fig. 24. — Couple Cu-bronze. Disparition du constituant δ au voisinage du joint et disparition partielle de ce dernier. × 200. Attaque $Fe^2 Cl^6$.

Zn, Mg-Bi, Bi-Tl, Pb-Tl, Al-Mg, par la méthode micrographique la diffusion des couples Bi-Tl, Pb-Tl, Sn-Cu, Zn-Cu, enfin par la résistance électrique Pb Tl; Bruni et Meneghini (Rev. mét. IX *bis*, 3, 1912) qui étudièrent également par la résistance électrique la diffusion du système Ni-Cu; Desch, d'après lequel on observe, en plongeant un court instant du Cu dans du Zn fondu, une couche intermédiaire du constituant β en grands cristaux normaux à la surface, et en chauffant ensuite à 700° l'extension de β et la formation de α + β et de α.

Enfin rappelons ce que l'un de nous disait dans l'étude, déjà citée au cours de ce travail, sur la cémentation par des produits autres que le carbone :

Cémentation des produits sidérurgiques par des corps autres que le carbone. — Il n'est pas nécessaire de montrer le grand intérêt de cette question; si l'on pouvait incor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porer superficiellement à l'acier du chrome, du tungstène, du molybdène ou du vanadium, on pourrait obtenir, peut-être à un prix de revient très bas, des aciers de qualité supérieure.

Nous laissons de côté les différentes idées fausses émises, emploi de sel de nickel, de chromate de potassium, etc.; mais de divers côtés on nous a affirmé qu'en ce qui concerne le tungstène, le problème est résolu industriellement; nous ne connaissons ni

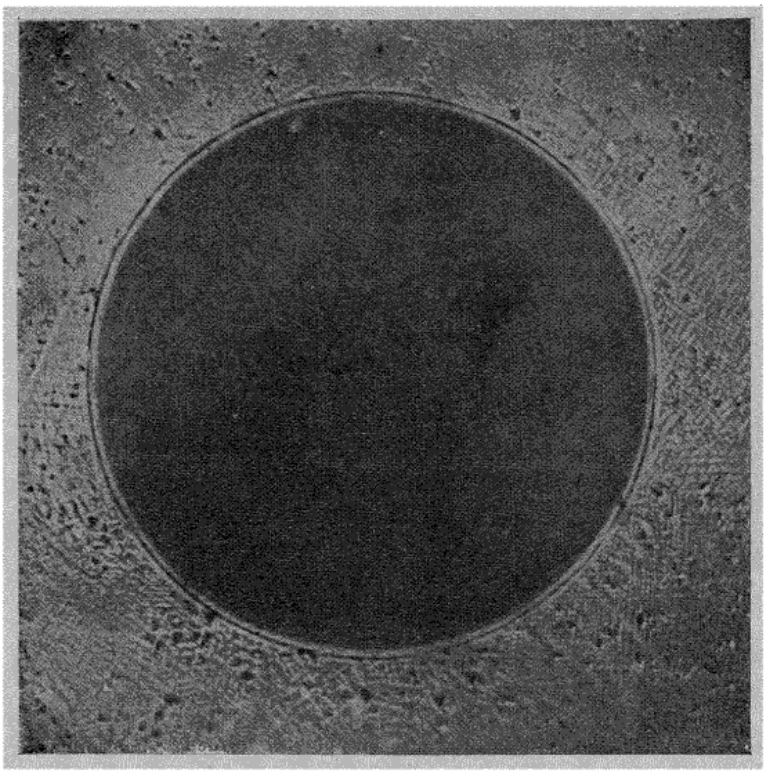


Fig. 25. — Couple Cu-bronze chauffé; vue d'ensemble du tronc de cône en Cu enchâssé dans le bronze : auréole de diffusion de part et d'autre du joint. × 6. Attaque Fe^2Cl^6.

la méthode, ni les résultats obtenus et nous ne faisons que répéter un bruit assez persistant.

Les expériences que nous avons faites pour obtenir une pénétration du nickel ont été absolument négatives; nous avons nickelé des pièces d'acier et nous les avons abandonnées dans un four à 1000°, le résultat a été nul, même après des temps de chauffage prolongé. Nous avions également cherché à employer le nickel-carbonyle, mais sa température de décomposition, relativement basse, et le danger que présente ce corps nous ont fait abandonner ces essais. Des expériences sur le fer-aluminium, entreprises sur le conseil de M. Henry Le Chatelier, nous ont donné des pénétrations très nettes : un morceau d'aluminium ajusté au centre d'un morceau d'acier perforé nous a accusé une pénétration très franche à 450°, c'est-à-dire bien au-dessous de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

température de fusion de l'aluminium. Mais il ne paraît pas possible de tirer de ce fait des résultats industriels intéressants.

Le cuivre, nous l'avons vu dans des expériences toutes récentes, donne dans les aciers une pénétration très lente, mais qui se reconnaît tout de même au microscope.

Tout ceci constitue une voie importante de recherches. La difficulté est assurément de trouver un composé gazeux convenable ou d'assurer le contact entre le métal et le corps que l'on veut dissoudre. Il ne faut pas oublier que ces difficultés existent déjà lorsqu'on veut dissoudre le carbone pur dans le fer.

Pénétration d'un métal quelconque par un autre corps. — Les seules expériences

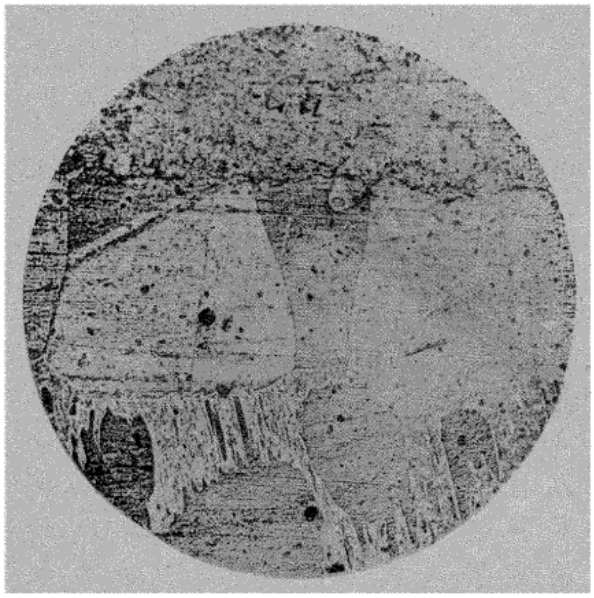


Fig. 26. — Couple Cu-bronze chauffé. Structure polyédrique de la zone de diffusion. × 57. Attaque $Fe^2 Cl^6$.

que nous puissions citer sont les suivantes : deux barreaux de bronze, l'un creux, l'autre plein, ce dernier étant placé dans l'intérieur de l'autre, étaient parfaitement ajustés : l'un renfermait 7 p. 100 d'étain, l'autre 16 p. 100. Après un chauffage à 800° pendant huit heures, le bronze à 7 p. 100 d'étain, accusait le constituant δ des bronzes à plus de 9 p. 100 d'étain et la teneur en cet élément allait en croissant jusqu'à la couche séparatrice des deux barreaux, tout comme la perlite dans un acier cémenté.

Un tube de condenseur en laiton α, qui avait été étamé, montrait après un chauffage qui n'a pas dû dépasser, nous a-t-on dit, 150°, le constituant δ caractéristique des laitons à l'étain. D'ailleurs nous avons répété cette expérience en chauffant un laiton à 60 p. 100 de cuivre (α + β) à 175° après l'avoir étamé, et nous avons vu apparaître dans la zone noire de β le constituant δ caractéristique de la présence de l'étain.

Enfin M. Masing vient de montrer, notamment au moyen de la variation de la résis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tance électrique, que le plomb et le thallium mis en contact se pénètrent dès la température ordinaire et que la vitesse de pénétration s'accentue très nettement à 100°.

Ces quelques essais ne sont évidemment qu'une indication très vague. Nous avons pensé toutefois qu'ils méritaient d'être cités, car ils peuvent ouvrir des horizons nouveaux dans la préparation des alliages.

Nos connaissances actuelles sur la constitution des alliages métalliques

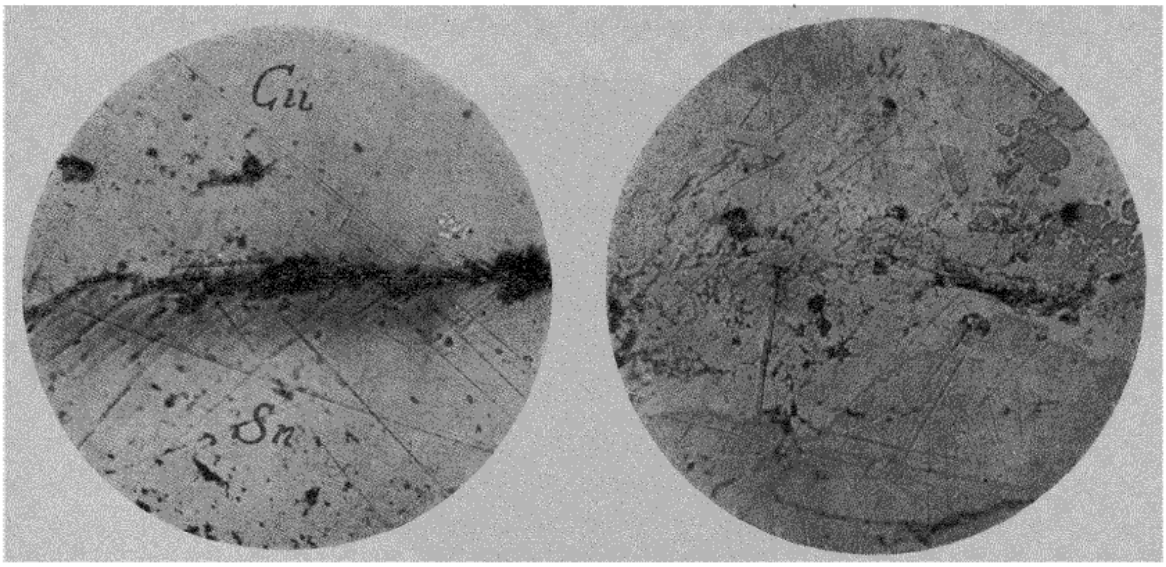


Fig. 27. Fig. 28.

Fig. 27. — Couple Cu-Sn. Frontière des deux métaux avant chauffage. × 450. Bas-relief.

Fig. 28. — Couple Cu-Sn. Diffusion produite par le chauffage à la jonction des deux métaux. × 450. Bas-relief.

nous permettent de prévoir les cas de diffusion ; il suffit en effet, pour que le phénomène ait lieu, que les deux corps mis en contact l'un avec l'autre soient miscibles à l'état solide ; si donc leur diagramme d'équilibre est connu l'examen de ce diagramme renseignera sur la possibilité de pénétration mutuelle puisqu'il révèle la présence ou l'absence de solutions solides. Il faut, bien entendu, pour que le phénomène se manifeste quand il est possible, 1° que le contact soit bien assuré ; 2° que la température soit comprise dans les limites des températures entre lesquelles existe la solution solide. En outre la vitesse de diffusion croîtra avec la température ; pour des températures trop basses, elle pourra être pratiquement nulle en raison des résistances passives.

Pour préciser, examinons maintenant les principaux cas qui peuvent se présenter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Le diagramme d'équilibre des deux métaux considérés est celui de la fig. 13 : il n'y a aucune miscibilité au-dessous du solidus et par suite aucune diffusion possible, le métal A étant en équilibre avec le métal B à toutes les températures inférieures à t.

Ce cas assez rare serait celui des systèmes Al-Sn, Au-Tl, Cu-Bi, Ni-Pb, Cd-Bi, Pb-Sb ; à condition qu'une étude plus approfondie de ces alliages ne révèle pas l'existence d'une miscibilité limitée à l'état solide, correspondant à des solutions dont la concentration maximum soit très voisine des métaux purs.

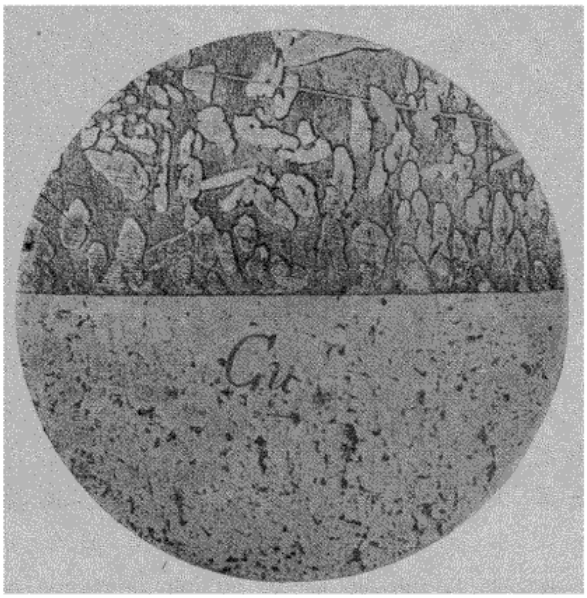


Fig. 29. — Couple Cu-laiton. Frontière des deux métaux avant chauffage. × 200. Attaque $Fe^2 Cl^6$.

2° Le diagramme d'équilibre est celui de la figure 14 ; il correspond aux métaux miscibles en toutes proportions à l'état solide ; dans ce cas il doit y avoir interpénétration au-dessous de la température correspondant au solidus, et la diffusion doit se poursuivre jusqu'à ce que les deux métaux forment une phase unique, sous réserve bien entendu, que les conditions de contact, de durée et de température soient convenables.

3° Le diagramme est celui de la figure 15 ; les métaux sont partiellement miscibles à l'état solide, le métal A pouvant retenir a p. 100 du métal B en solution solide et le métal B $(100\text{-}n)$ p. 100 du métal A. A toute température au-dessous du solidus, les métaux purs en contact constituent un système hors d'équilibre : il doit donc y avoir diffusion et, suivant les circonstances, formation de l'une ou l'autre des solutions solides α et β ou des deux.

4° Si le couple considéré forme une combinaison chimique non miscible à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'état solide avec l'un et l'autre des deux constituants, il n'y aura aucune diffusion ; on ne pourra qu'observer une croûte mince résultant de la formation de cette combinaison aux points de contact des deux métaux ; si la combinaison est miscible partiellement ou totalement, alors la diffusion devra avoir lieu.

Dans le cas beaucoup plus général d'ailleurs de métaux à diagramme d'équilibre complexe, la diffusion devra avoir pour conséquence la formation d'une filiation analogue à celles que l'on obtient en superposant, suivant la méthode de M. Henry Le Chatelier, deux métaux à l'état liquide. Il ne faut pas



Fig. 30. — Couple Cu-laiton chauffé. Zone large de laiton α forme de part et d'autre du joint. × 58. Attaque $Fe^2 Cl^6$.

oublier, toutefois, que les actions sont nécessairement beaucoup plus lentes, et aussi que certaines phases intermédiaires peuvent faire défaut, en raison de ce que les vitesses de diffusion dans chacune des phases étant différentes, certaines de celles-ci peuvent être absorbées par les voisines à mesure qu'elles se forment.

5° Signalons enfin le cas de deux métaux donnant naissance dans une zone quelconque du diagramme à une solution solide qui se décompose à une certaine température en formant un eutectoïde (fig. 16). Si celui-ci est formé des deux métaux ou d'un métal et d'une combinaison, il est clair que la diffusion ne peut avoir lieu qu'au-dessus des lignes de transformation. C'est le cas des aciers : il peut y avoir cémentation par le carbone, si *le contact est bien assuré*, à une température supérieure à 700°. Au-dessous, il ne peut y avoir que formation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une croûte de la combinaison Fe^3C; théoriquement il ne doit même rien se passer, le système stable étant formé de fer et de graphite.

Les méthodes qui peuvent être utilisées pour étudier les phénomènes de diffusion sont :

1° La méthode chimique consistant à analyser les métaux séparés, après contact pendant un temps suffisant à la température choisie ; comme on le verra

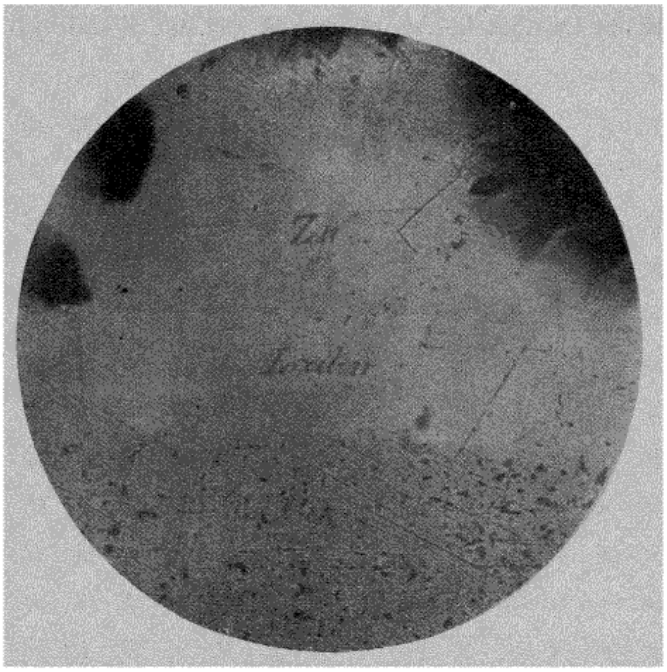


Fig. 31. — Couple Cu-Zn chauffé. Bande de laiton formé au contact des deux métaux. × 200. Bas-relief.

plus loin, nous avons pu par ce moyen vérifier certains résultats obtenus par d'autres procédés ;

2° La méthode micrographique beaucoup plus générale et qui permet dans un grand nombre de cas l'observation commode des modifications de structure survenues aux points de jonction des métaux juxtaposés ; c'est cette méthode que nous avons presque exclusivement utilisée ;

3° L'état des variations de résistance électrique qui a donné des résultats fort remarquables, notamment pour l'étude de la diffusion du système Ni-Cu ; on sait en effet que lorsqu'un métal A forme avec un métal B une solution solide, la conductibilité électrique s'abaisse considérablement ;

4° La méthode thermique qui permet de déceler les modifications provo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quées par la diffusion dans la position des points de transformation, du solidus et du liquidus.

Les diverses expériences dont nous communiquons ci-dessous les résultats ne sont en quelque sorte que des essais préliminaires ayant principalement pour objet de voir dans quelle mesure la méthode micrographique se prête à cette étude et de déterminer les conditions expérimentales les plus favorables. Les systèmes étudiés ont été les suivants : Fe-Al; Fe-Cu; Cu-Ni; Cu-bronze ;

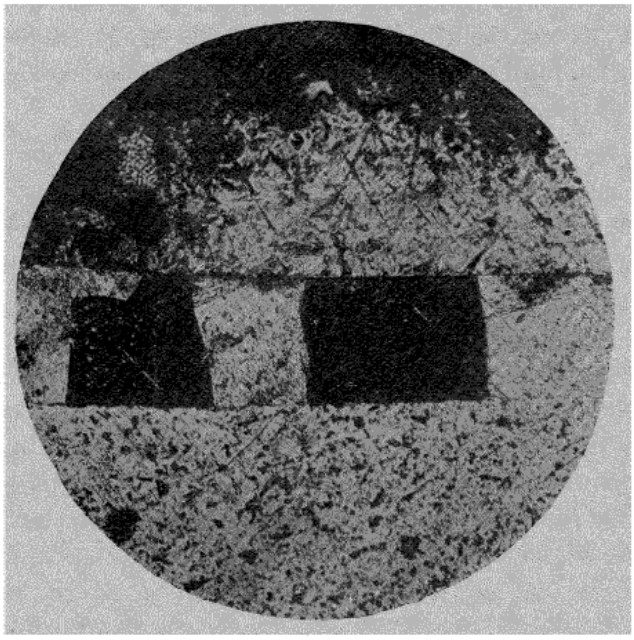


Fig. 32. — Couple Cu-Zn chauffé. Bande de laiton formé au contact des deux métaux. × 200. Attaque $Fe^2 Cl^6$.

Cu-Sn ; Cu-laiton ; Cu-Zn. Tous les chauffages ont été exécutés dans de la magnésie et au bain de sel, à l'exception du système Fe-Cu pour lequel on a aussi chauffé dans la limaille de fonte et dans l'hydrogène pur.

Le contact des métaux a été réalisé par différents procédés :

1° *Mécaniquement*, pour les couples Cu-bronze, Cu-laiton, Cu-Ni et Fe-Cu ; dans ce cas, on a préparé avec l'un des métaux du système considéré, un cylindre creux A (fig. 17), dont la cavité centrale est tronconique, élargie à la partie supérieure et filetée ; avec le second métal, on a usiné un tronc de cône ayant rigoureusement le même profil que celui de la cavité du cylindre, puis les deux pièces parfaitement dégraissées ont été assemblées et amenées au contact par serrage au moyen du bouchon d'acier B vissé à bloc ; on sciait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ensuite perpendiculairement à l'axe vertical une rondelle de métal, afin d'examiner au microscope après polissage, le joint, et pouvoir comparer son aspect avant et après le chauffage ; il est superflu d'ajouter que l'on choisissait toujours comme métal constituant le cylindre, celui des deux dont le coefficient de dilatation était le plus faible, afin d'être assuré de la perfection du contact au cours du chauffage.

2° *Électrolytiquement*, pour les couples Cu-bronze et Cu-Fe ; dans ce cas, on déposait du cuivre sur un morceau de bronze ou de fer, en utilisant la solution cyanurée de cuivre que nous avons employée pour l'étude de la protection ; l'échantillon ainsi préparé était ensuite scié en plusieurs morceaux destinés aux chauffages, moins un, servant de témoin.

3° *Par le procédé Schoop*, pour les couples Cu-Sn, Cu-bronze, Cu-Zn et Fe-Cu ; en ce qui concerne les couples Cu-Sn et Cu-Zn, on a pulvérisé de l'étain et du zinc sur des barreaux de cuivre, et aussi du cuivre sur des barreaux d'étain et de zinc. Pour les couples Cu-bronze et Fe-Cu, c'est le cuivre qui a été projeté sur des morceaux de bronze ou de fer électrolytique.

D'après ce qui précède, on voit que certains couples ont été préparés par des moyens différents : ainsi Fe-Cu et Cu-bronze ont été obtenus par les trois procédés mécanique, électrolytique et Schoop.

Le tableau suivant résume les conditions de température et de durée des expériences. On voit qu'en général les chauffages ont été fort longs ; il a cependant été possible par une surveillance assidue de maintenir les températures constantes à ± 5° pendant les temps indiqués.

Couple.	Température. degrés.	Temps. heures.	Observations.
Fe-Al	635	50	22° au-dessous du point de fusion de Al.
Fe-Cu	1 000	5	64° — — Cu.
Cu-Ni	1 000	10	— — — —
Cu-bronze	750	50	environ 50° au-dessous du solidus.
Cu-Zn	400	50	19° au dessous du point de fusion de Zn.
Cu-Sn	218	19	14° — — Sn.
Cu-laiton	800	50	environ 50° au-dessous du solidus.

Examen des résultats. — *a*) Couple Fe-Al. — On a utilisé comme matières premières de l'acier extra-doux et de l'aluminium laminé en barre du commerce. L'aspect du joint avant chauffage est montré figure 18 ; après chauffage (fig. 19) il s'est formé entre les deux métaux une couche d'un alliage vraisemblablement constitué pas la combinaison $Fe-Al^2$ (1). Une remarque intéressante suggérée par l'examen de cette photographie est la suivante : dans la masse de

(1) M. Henry Le Chatelier nous a signalé avoir obtenu les mêmes résultats il y a fort longtemps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'alliage formé entre le fer et l'aluminium, on voit une large fracture cheminant en zig-zag ; il y a donc eu, sous l'influence des inégalités de retrait au refroidissement, décollement des masses en contact et la position de ce décollement, qui dénonce la zone de moindre résistance, indique que l'alliage formé possède une résistance mécanique plus faible que les joints qui séparent cet alliage des constituants.

b) Couple Fe-Cu. — Ces expériences ont été exécutées de différentes façons : c'est ainsi que nous avons chauffé des cylindres d'acier doux avec âme en cuivre pur laminé, des barreaux d'acier doux recouverts de cuivre par pulvérisation ou électrolytiquement et des fragments de fer électrolytique traités de la même manière ; les chauffages ont été effectués suivant les cas, soit dans la limaille de fonte, soit dans la magnésie, soit enfin dans l'hydrogène. Dans toutes ces expériences, après coupe transversale, polissage et attaque du système, on note dans le fer le long de la ligne de séparation une zone qui se colore en brun par les réactifs (acides picrique, métanitrobenzolsulfonique, etc.). C'est le seul indice de diffusion que nous ayons pu relever ; nous considérons néanmoins cette action des réactifs comme une preuve certaine de pénétration, car la coloration se manifeste encore quand, avant attaque, on détache le cuivre, ce que nous avons pu faire à plusieurs reprises avec les échantillons de fer cuivrés par électrolyse ; il ne s'agit donc pas seulement d'une action électrolytique due à la présence du cuivre. Quand, au lieu de chauffer le couple Fe-Cu, on chauffe un couple acier doux-Cu, on remarque en outre dans la zone colorée des petits îlots qui se détachent en clair dans le fond sombre (fig. 20) et qui offrent les caractères micrographiques de la cémentite (coloration par le picrate) ; d'un autre côté il faut signaler qu'en chauffant un barreau d'acier entectoïde cuivré, nous n'avons pu observer aucune modification d'aspect (1).

c) Couple Cu-Ni. — On a employé le cuivre et le nickel en barres laminées du commerce ; après 10 heures de chauffage seulement, le joint primitivement bien visible est presque complètement disparu ; en certains endroits, on passe du Cu au Ni sans solution de continuité (fig. 21 et 22).

d) Couple Cu-bronze. On a utilisé un bronze à 20 p. 100 de Sn et du cuivre en barre ; la figure 23 montre le joint du couple mécanique avant chauffage ; le constituant δ du bronze vient jusqu'au cuivre ; après chauffage, on note sa disparition sur une profondeur de 0,2 mm à 0,3 mm et en certains points la disparition du joint (fig. 24) ; la figure 25 au grossissement de 6 diamètres montre la bande de diffusion de part et d'autre de la ligne de séparation des deux métaux ;

(1) Incidemment on a constaté que l'acier eutectique cuivré se décarburait *sous la couche de cuivre* par chauffage en atmosphère oxydante et que dans les mêmes conditions le fer électrolytique s'oxydait ; on sait que d'autre part le fer ne se cémente pas sous le cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces phénomènes ont été constatés sur tous les couples Cu-bronze quel que soit leur mode d'assemblage. La figure 26 se rapporte au couple obtenu par pulvérisation du cuivre sur le bronze, elle montre un phénomène particulier : la structure polyédrique de la bande de bronze α formée au contact du cuivre. On a pu obtenir une preuve analytique de la diffusion dans le cas de bronze cuivré par électrolyse; après chauffage la couche de cuivre s'étant partiellement décollée, on en a effectué l'analyse qui a fourni le chiffre de 5,56 p. 100 de Sn.

e). Couple Cu-Sn. — Les expériences ont été faites sur un barreau d'étain recouvert de cuivre par pulvérisation et aussi sur un barreau de cuivre étamé par le même procédé. Les figures 27 et 28 montrent l'une le joint avant, l'autre le joint après chauffage ; on voit l'importance de la bande de diffusion au bout de 19 heures de chauffage seulement et malgré l'imperfection initiale du contact.

f) Couple Cu-laiton. — On a utilisé un laiton laminé Cu = 58 ; Zn = 42, c'est-à-dire formé des deux constituants α et β ; le cuivre employé était le même que celui des essais précédents. La diffusion est extrêmement nette, comme il résulte de l'examen des figures 29 et 30 : le laiton a perdu le constituant β au contact du cuivre et ce dernier a absorbé du zinc, ce qui a eu pour conséquence de former de part et d'autre du joint une zone épaisse de laiton α.

g) Couple Cu-Zn. — En chauffant un barreau de cuivre zingué par pulvérisation, on obtient une diffusion importante, que montrent les figures 31 et 32. La figure 32 montre en particulier que la couche de laiton formée est constituée par une série de grains tous orientés normalement à la surface de séparation des deux métaux.

Conclusions.

La diffusion des solides dans les solides est donc un phénomène très général et il faut en tenir compte en de nombreuses circonstances. Il ne paraît pas pratiquement devoir gêner dans les protections par le cuivre en cémentation. Mais dans certains cas, cette diffusion peut amener des changements dans les propriétés, tel l'exemple cité plus haut d'un tube de laiton étamé.

Nous avons surtout cherché à montrer comment le phénomène est relié à la question de la constitution et les méthodes qui permettent de l'étudier. Nul doute que de nouvelles recherches n'apportent de nouveaux résultats intéressants (1).

(1) En terminant la conférence dans laquelle il a résumé ce mémoire, M. Guillet s'est exprimé ainsi : « En m'excusant Messieurs d'avoir retenu aussi longuement votre bienveillante attention, je tiens à vous bien faire remarquer que si vous avez trouvé quelques résultats nouveaux, quelque intérêt industriel dans mon exposé, vous le devez beaucoup plus à mes collaborateurs des laboratoires des usines de Dion Bouton et spécialement à M. Bernard, qu'à moi-même qui n'ai fait que tracer le plan de cette étude et guider leurs recherches. »

Léon Guillet et Victor Bernard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

par M. Jules GARÇON
Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Le vide au cuivre.
Produits minéraux. — Sur la monazite.
Électrochimie. — Sur l'électrolyse des solutions de sels de zinc.
Résines, Papiers. — Utilisation des résidus d'arbres résineux.
Teintures. — Relation entre la composition chimique et la couleur des matières colorantes.

Le vide au cuivre. — L'emploi du cuivre très divisé pour pousser le vide à un degré élevé est décrit, comme il suit, par M. R. MERTON (*Journal of the Society of chemical Industry*, mars 1914, p. 645-646).

Sir Dewar, le premier, poussa le vide, à un degré très élevé, en absorbant les gaz résiduels par le charbon de bois à la température de l'air liquide (*Proc. Royal Soc.*, 1904, t. 74, p. 122) ; et sa méthode a été employée par d'autres, pour la manipulation des gaz.

Soddy (*Proc. Royal Soc.*, 1907, vol. 78 A, p. 429) a découvert que les vapeurs du calcium, obtenues lorsqu'on chauffe du calcium dans un tube de porcelaine, absorbent très rapidement la plupart des gaz, et il a employé cette méthode pour isoler les gaz du groupe de l'hélium, parce que ces gaz ne sont pas absorbés.

Gelhoff (*Ber. deut. physikalische Ges.*, 1911, t. 6, p. 271) a trouvé que tous les gaz, sauf ceux du groupe de l'hélium, sont complètement absorbés si on les fait passer dans un vase contenant de la vapeur de potassium.

Pfund (*Physikalische Zeitsch.*, 1912, t. 13, p. 870) a décrit une méthode qui permet de pousser le vide jusqu'à un degré éloigné en utilisant l'absorption des gaz par le charbon de bois, sous l'influence d'une décharge électrique, sans recourir à l'air liquide.

M. Merton a découvert que le cuivre très finement divisé, tel qu'on l'obtient par la réduction d'un sel de cuivre et qu'on le trouve dans le commerce sous le nom de *cuivre précipité*, a la propriété d'absorber facilement les gaz, et que la pression de vapeur des gaz ainsi absorbés devient assez faible pour permettre l'application de la méthode à l'obtention d'un vide élevé. Le cuivre précipité est une substance brun très foncé, presque noir; celui du commerce contient toujours de l'eau et des gaz dissous qui s'en séparent lorsqu'on chauffe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour obtenir un vide élevé, on soude au vase où l'on veut faire le vide un ballon contenant quelques grammes de cuivre précipité. On fait le vide partiel avec une pompe pneumatique, en chauffant le cuivre à 250°. On isole la pompe pneumatique ; on laisse refroidir le cuivre, et les gaz résiduels sont rapidement absorbés par lui.

Après avoir fait le vide préliminaire, avec une pompe de Fleuss munie d'un petit tube dessiccateur à chlorure de calcium, on a pu obtenir, en employant 3 g de cuivre, et dans un espace de temps court, le vide non conducteur dans un petit tube.

L'absorption des gaz n'est pas due à une combinaison chimique avec le cuivre, car les gaz se dégagent de nouveau si l'on chauffe le cuivre. Les bandes du carbone disparaissent les premières, puis celles de l'azote, et enfin celles de l'hydrogène.

On a fait des essais avec l'hélium, mais il ne semble pas que ce gaz soit absorbé.

Cette méthode nécessite quelques précautions. Si l'on chauffe le cuivre trop haut, il change de couleur et perd son pouvoir absorbant. On peut mettre le cuivre dans une ampoule de verre tendre; si on le chauffe avec une flamme Bunsen, il ne faut pas que le verre s'échauffe au point de donner à la flamme une couleur jaune. Après un certain nombre d'emplois, le pouvoir absorbant du cuivre diminue ; l'exposition pendant un temps assez long à la vapeur du mercure a le même effet.

Il faut prêter grande attention, lorsqu'on chauffe le cuivre pour la première fois. Les gaz se dégagent parfois violemment, et le métal peut être projeté dans la pompe. Aussi, il ne faut pas remplir l'ampoule à plus d'un tiers de sa capacité, et il est bon d'interposer, dans le tube de l'ampoule, un bouchon bien serré de laine de verre.

Lorsqu'on observe ces précautions, la méthode peut être employée en un grand nombre de cas au cours de la manipulation des gaz, lorsqu'on n'a pas à sa disposition de l'air liquide.

Sur la monazite. — Le *Bulletin of the Imperial Institute* a donné (1905, p. 151 et 285) un exposé détaillé de la répartition géologique et des applications des minerais de thorium. Le numéro de janvier 1914 (p. 55 et 110) apporte à cet exposé une addition intéressante en ce qui concerne la monazite et la cérite.

La monazite est le plus important de ces minerais, car c'est la source de presque toute la production de sels de thorium employés dans la fabrication des manchons à incandescence, et elle est aussi la source du mésothorium, cette substance radioactive ; enfin, elle renferme de l'oxyde de cérium et les oxydes voisins.

La partie la plus notable de la monazite traitée par l'industrie provient des gisements du Brésil ; ils ont fourni en 1912 une exportation de 3,398 t de sable tenant 90 p. 100 de monazite. Les gisements exploités avant tout sont des sables à haute teneur, qui se trouvent sur les rivages de la mer : la monazite qu'on en retire contient 5 à 7 p. 100 d'oxyde de thorium. Des gisements moins importants existent à l'intérieur du pays ; leur monazite contient 4 à 5,7 p. 100 d'oxyde de thorium.

Au cours des deux dernières années, l'État de Travancore, aux Indes, a fourni des sables monazifères; en 1912, la production a été de 1 135 t, évaluées 1 000 000 f.

Des explorations minières faites en union avec l'Imperial Institute à Ceylan, dans la Nigeria du Nord et dans celle du Sud, au Nyassaland, en Malaisie, ont révélé un cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tain nombre de gisements. Les rapports officiels ont été publiés dans les *Miscellaneous Series of colonial Reports*.

Les échantillons reçus par l'Imperial Institute sont des sables déjà concentrés par lavage. Comme ils renferment de nombreux autres minerais que la monazite, on sépare celle-ci par séparation électrostatique ou électromagnétique. Des analyses ont été communiquées à la Société de chimie industrielle de Londres (voir son *Journal*, 1914, p. 55).

Le tableau suivant donne la composition des échantillons de monazites analysés par l'Imperial Institute.

Origine.	Ceylan.	Travancore.	Nyassaland.	Nigeria.
Oxyde de thorium ThO^2	9,28 à 28.2	10,22	7,10	2,30 à 8,00
— cérium Ce^2O^3	27,5 à 20,6	31,90	32,52	30,50 à 36,53
— lanthane et analogues La^2O^3, etc.	30,1 à 21,6	28,00	26,91	28,80 à 30,00
— yttrium et analogues Y^2O^3, etc.	0,94 à 3,93	0,46	1,50	0,39 à 2,74
Oxyde ferrique Fe^2O^3	0,87 à 1,27	1,50	1,10	0,75 à 3,00
Alumine Al^2O^3	0,17 à 0,70	0,17	0.20	0,05 à 0,35
Chaux CaO	0,10 à 0,85	0,20	0,32	0,10 à 0,21
Silice SiO^2	0,03 à 6,09	0,90	1,66	0,63 à 1,20
Anhydride phosphorique P^2O^5	24,60 à 20,20	26,82	28,16	26,29 à 29,92

De toutes les analyses effectuées sur ces échantillons, il résulte que la monazite de Ceylan renferme habituellement 10 p. 100 d'oxyde de thorium, c'est-à-dire une proportion double de celle qui existe dans la monazite brésilienne. La proportion, accidentellement, s'est abaissée à 5 p. 100; elle peut s'élever à 28 p. 100, avec une densité de 5,47 au lieu de 5,20 à 5,25. La composition de la monazite de Ceylan se rapproche de celle de Norvège.

La monazite de Travancore est très voisine d'une monazite ordinaire de Ceylan. E. White y a cependant trouvé jusqu'à 14 p. 100 d'oxyde de thorium.

Les sables à monazite ont été trouvés en de nombreux endroits des États Malais, du Kedan et du Kelantan. Le pourcentage d'oxyde de thorium y est très variable, de 3,4 p. 100 à 9 p. 100. Il est, en moyenne, de 6 p. 100 dans les monazites de la Nigeria; mais il peut y varier dans de larges limites.

Voici un tableau donnant la composition de monazites extraites au Brésil, aux États-Unis, au Canada, en Australie, en Norvège.

	Brésil.		États-Unis.		Canada.	Australie.	Norvège.
	1.	2.	1.	2.			
ThO^2	6,06	6,55	14,23	6,49	12,60	1,23	9,34
Ce^2O^3	62,12	61,40	29,89	31,38	24,84	36,64	28,06
La^2O^3, etc			26,66	30,88	26,41	30,21	29,60
Y^2O^3, etc.	0,80	0,70			4,76		1,82
Fe^2O^3	0,97	1,50			1,07		0,66
Al^2O^3	0,10	0,08				3,11	0,16
CaO	0,21	0,30			1,54		0,53
SiO^2	0,75	0,64	2,85	1,40	0,91	3,21	1,65
P^2O^5	28,50	28,46	26,12	29,28	26,86	25,09	28,27

* * *

L'oxyde de thorium est le principal constituant des manchons à incandescence. Mais la monazite renferme encore 65 p. 100 d'oxydes ou terres rares autres que l'oxyde de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

thorium; ce sont ceux de cérium et des métaux voisins. Ces oxydes sont : 45 p. 100 du sesquioxyde de cérium, 23 de l'oxyde de lanthane, 15 de l'oxyde de néodymium, 7 de l'oxyde de praséodymium, et le reste des oxydes d'yttrium, de samarium, etc. Il en existe de véritables stocks dans les usines qui traitent la monazite.

La découverte du bec Auer par von Welsbach date de 1884. C'est en 1904 qu'il découvrit que le mélange obtenu en réduisant les oxydes de cérium et corps voisins possédait des propriétés pyrophoriques sous le choc. Il breveta leur préparation (brevet allemand n° 154 807 de 1903 ; brevet anglais n° 16 853 de 1903). Ultérieurement, on trouva que la propriété pyrophorique de ces mélanges métalliques résidait dans une couche superficielle qu'il fallait renouveler. Puis on trouva que les alliages du cérium avec le fer, le nickel, le cobalt, le manganèse possédait cette propriété pyrophorique d'une façon permanente.

La réduction du cérium est une opération difficile, car il réagit aisément avec l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, l'oxyde de carbone, l'anhydride carbonique.

Les ferrocériums, etc., constituent le métal Auer. Les combinaisons du cérium, etc., avec le magnésium, sont douées également de propriétés pyrophoriques et constituent le métal de Kunheim. Une autre combinaison analogue est l'alliage de manganèse et d'antimoine à 5 p. 100 de cérium.

La nouvelle industrie des alliages pyrophoriques utilise déjà annuellement 200 t d'oxydes de cérium et analogues, bien que 1 kg de l'alliage pyrophorique suffise à établir 3 000 à 4 000 allumeurs automatiques pouvant fournir chacun de 2 000 à 6 000 allumages.

Parmi les autres applications des composés du cérium, on peut citer les préparations d'amalgames du cérium qui s'enflamment spontanément à l'air ; la réduction par le cérium des oxydes de niobium, de tantale, de molybdène, de zirconium ; l'addition de fluorures de cérium aux charbons des lampes à arc, dans le but d'augmenter la blancheur de la lumière, et cette application absorbe environ 300 t d'oxydes de cérium par an ; l'emploi du carbure de cérium comme filament dans les lampes électriques ; l'utilisation des composés du cérium comme substances de contact dans la fabrication de l'acide sulfurique ; leur emploi en photographie. L'oxalate de cérium serait un bon anti-nausées, et le salicylate de didyme un antiseptique (le dymal) qui n'irriterait pas les blessures.

En céramique, les sels de néodymium permettent d'obtenir une couleur améthyste ; ceux de praséodymium un vert brillant. Les verres de potasse au cérium prennent une coloration jaune clair ; et ceux au didyme une belle coloration bleue.

Les sels de didyme servent à marquer les manchons à incandescence.

Enfin, les sels de cérium ont été essayés en teinture pour produire des effets de réserve sur fils.

Sur l'électrolyse des solutions de sel de zinc. — MM. J. N. Pring et U. C. Tinton ont étudié comment se produisent les dépôts électrolytiques du zinc avec des densités de courant élevées (*Journal of the Society of chemical Industry*, mars 1914, p. 710-724). — Au cours de l'électrolyse des sels de zinc, il se présente des réactions encore mal expliquées. On sait que, dans les solutions étendues et acides, le zinc se dépose parfois avant l'hydrogène, dont l'ion est pourtant plus électropositif. C'est le survoltage qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit cette électrolyse. On a trouvé récemment que le zinc se dépose dans des solutions impures avant d'autres métaux plus électropositifs.

L'électrolyse du zinc est employée industriellement pour galvaniser le fer et l'acier en vue de la protection contre la corrosion. Le zinc déposé électrolytiquement est plus adhérent et résiste mieux à la corrosion que celui déposé par immersion dans un bain de zinc en fusion (voir Burgess, *Electrochem. and metall. Industry*, 1905, p. 17). Mais il faut régler avec grand soin la composition du bain, la densité du courant, et toutes les conditions de l'électrolyse ; sinon, le dépôt de métal devient spongieux et sans cohésion, ou dur et grossier.

Mylius et Fromm (*Zeitsch. anorg. Chemie*, 1895, t. 9, p. 58) attribuent la formation du zinc spongieux à la présence d'un oxyde ; cette action serait favorisée par la présence de substances oxydantes et diminuée par celle de substances réductrices ou par l'acidité de la solution.

Siemens et Halske (*Dingl. polyt. J.*, 1893, t. 288, p. 258) croient au contraire que l'état spongieux est dû à un hydrure de zinc, et qu'il est empêché par les substances oxydantes ou par le chlore qui oxydent l'hydrogène.

L'influence de l'acidité du bain a été examinée avec attention. On a constaté que le maintien d'un léger degré d'acidité empêche la formation de zinc spongieux, mais qu'une forte proportion d'acide, à moins d'absence absolue de tout autre métal et de carbone, cause une diminution considérable de l'efficacité du courant et produit des dépôts grossiers. Cet effet paraît lié à l'adhérence de bulles d'hydrogène sur le zinc.

Burgess trouve que les meilleurs dépôts s'obtiennent avec une densité de courant de 16 ampères par dcm^2, et en solution aussi neutre que possible. L'addition d'acide libre diminue l'efficacité du courant et la qualité du zinc. Mylius et Fromm recommandent une solution concentrée de sulfate de zinc avec 0,016 p. 100 d'acide sulfurique et une densité de courant de 1 ampère par dcm^2.

Cowper-Coles emploie les mêmes conditions (*Elektrolytische Vezinkung*, 1905, Knapp, Halle).

Kiliani (*Berg. und Hüttenmann Ztg.*, 1883, p. 251) a trouvé qu'avec de très fortes densités de courant, soit 18 à 100 ampères par dcm^2, le dépôt de zinc formé en solution neutre s'effectuait sans dégagement appréciable d'hydrogène et était dur et brillant. En raison de la résistance de la solution, ces densités de courant ne peuvent se maintenir qu'avec de hauts voltages.

On a cherché systématiquement l'influence des divers facteurs qui règlent le dépôt électrolytique du zinc. Il a été constaté que si la proportion d'acide dépasse certaine limite, l'efficacité du courant augmente de nouveau et approche de 100, à condition d'employer des densités de courant assez fortes. En ajoutant de très petites quantités de matières colloïdales, on trouve que le dépôt de métal est adhérent et uni, et, dans certains cas, particulièrement brillant. De plus, dans ces conditions, la présence de proportions considérables de certaines impuretés n'a pas d'influence nuisible sur la marche de l'électrolyse, et avec certains éléments n'a qu'une petite influence sur la pureté du métal déposé.

De très petites quantités de colloïdes facilitent le dépôt du zinc avant l'hydrogène à certaines densités de courant. Mais si la proportion de colloïde est de 0,05 p. 100, l'efficacité du courant commence à diminuer et baisse rapidement à mesure que la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concentration du colloïde augmente. La dextrine diminue l'efficacité plus que ne le fait la gomme arabique ou la gomme tragacanthe.

La nature du dépôt est influencée par la présence de ces petites quantités de colloïdes. Le dépôt est uni et parfois très brillant. Les dépôts les plus brillants sont obtenus avec la dextrine seule, mais ils sont cassants. On obtient des dépôts adhérents et brillants en mélangeant un peu de dextrine avec les gommes. La meilleure condition pour l'électrolyse du zinc est l'emploi de 0,05 p. 100 d'un colloïde approprié. L'efficacité du courant n'est pas diminuée d'une façon appréciable et on obtient une surface unie et brillante.

Au point de vue de l'acidité, l'efficacité du courant est plus grande quand la proportion d'acide libre atteint 15 g pour 100 cm^3 d'une solution concentrée de sulfate de zinc. Le dépôt électrolytique peut être continué jusqu'à ce que la proportion d'acide atteigne 30 p. 100; à cette concentration, on a encore une efficacité de courant de plus de 60 p. 100. Avec un choix approprié de colloïde et une densité de courant déterminée, la présence d'une proportion assez forte de fer dans la solution ne diminue pas l'efficacité du courant, ni la qualité du dépôt; elle affecte très peu la pureté du métal.

Les expériences ont été faites entre 18° et 25°. L'élévation de la température favorise la formation de dépôts grossiers.

L'efficacité du courant croît avec la densité du courant jusqu'à une certaine limite. Mais la tendance du métal à se déposer en formant des aiguilles augmente en même temps, et pour obtenir des dépôts assez épais, il ne faut pas dépasser 40 ampères par dcm^2. La présence de petites quantités de colloïdes permet d'augmenter la densité de courant.

Les analyses de nombreux échantillons de zinc déposés dans des solutions contenant du fer ont montré, dans tous les cas, que la proportion du fer dans le dépôt était beaucoup moindre que sa proportion dans l'électrolyte. Ce fait déjà constaté dans l'électrolyse avec faible densité de courant a été attribué à un retard de réactions intermédiaires supposées dans la libération des ions (Fœrster, *Zeitsch. Elektrochemie*, 1911, t. 17, p. 877; et G. Grube, *Chemical News*, 1913, t. 108, p. 259-271).

L'influence de la présence de colloïdes dans les électrolytes n'a été que très incomplètement étudiée. En solution acide, on observe que la présence d'un colloïde a un effet marqué sur l'état physique du métal déposé, et si le dépôt est maintenu mince, on obtient généralement des surfaces brillantes.

Müller et Bahntje (*Zeitsch. Elektrochemie*, 1906, t. 12, p. 317) ont soutenu la théorie que, durant l'électrolyse, le métal est d'abord libéré sous une forme colloïdale ou intermédiaire, puis passe sous la forme cristalline. Les colloïdes ont une action protectrice et empêchent le métal de prendre la forme cristalline. On suppose que les ions métalliques forment avec la substance organique des colloïdes complexes, et que ceux-ci émigrent à la cathode et sont pressés sur sa surface par une action électro-endosmotique. L'occlusion de colloïde dans le métal, que l'on a observée, serait ainsi expliquée.

En confirmation de cette hypothèse, Marc (*Zeitsch. physikalische Chemie*, 1912, t. 79, p. 71) a montré que les colloïdes en général retardent la cristallisation.

Freundlich et Fischer (*Zeitsch. Elektrochemie*, 1912, t. 18, p. 885) ont trouvé que, dans l'électrolyse du plomb, l'effet des divers colloïdes sur les dépôts montrent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques rapports avec l'effet protecteur sur l'or colloïdal, sans que l'effet dans les deux cas soit strictement parallèle. Ils ont conclu que le colloïde est absorbé par le métal, et que la vitesse de cristallisation du métal est par suite diminuée. Il ne semble pas qu'il ait été fait d'examen micrographique des différents dépôts, qui puisse contrôler ces hypothèses.

Si l'on veut interpréter les résultats obtenus, il faut considérer en première ligne l'effet des colloïdes sur les proportions de zinc et d'hydrogène mis en liberté pendant l'électrolyse. Le dépôt du zinc des solutions acides est réglé, d'abord, par le survoltage qui retarde le dégagement de l'hydrogène.

Möller (*Zeitsch. physikalische Chemie*, 1909, t. 65, p. 226) considère que l'effet du survoltage dans le dégagement des gaz est déterminé par la tension superficielle et les forces capillaires qui s'exercent dans le métal. Il a montré que la grandeur du survoltage est en relation avec l'angle que la bulle de gaz fait au contact de l'électrode pendant l'électrolyse. D'après cette théorie, le survoltage augmenterait si la tension superficielle de la solution augmente ou si la tension superficielle du métal diminue.

Marie (*Comptes rendus*, 1908, t. 147, p. 1400) a trouvé que l'addition de colloïdes à l'électrolyte augmente le survoltage proportionnellement à la viscosité de la solution. Mais comme sa méthode consistait simplement à déterminer la différence de potentiel entre l'électrode et la solution pendant l'électrolyse, l'accroissement constaté a sans doute une cause physique.

Lorsqu'on mesure les tensions superficielles des solutions, on constate que le sulfate de zinc et l'acide sulfurique augmentent légèrement la tension superficielle de l'eau, tandis que tous les colloïdes examinés la diminuent.

Tous les colloïdes ont la propriété bien connue d'augmenter la viscosité des solutions et d'être affectés par la présence d'électrolytes en solution. On a observé que le zinc électrolysé dans une solution contenant des colloïdes était plus uni et plus brillant, si on laissait reposer la solution, avant de l'employer, pendant une journée après l'addition du colloïde. Mais si on laisse reposer la solution pendant un mois, l'influence du colloïde disparaît complètement.

Les expériences ont montré constamment que l'addition du colloïde augmente la différence de potentiel entre le métal et l'électrolyte pendant l'électrolyse. Ceci paraît dû à un accroissement de la résistance de la couche liquide à la surface des bulles gazeuses. Les colloïdes diminuant la tension superficielle, il doit se produire, au contact de la bulle gazeuse, un accroissement de la concentration du colloïde. Le véritable survoltage, ou force électromotrice inverse, n'est que très légèrement accru avec la dextrine et la gélatine jusqu'à la proportion de 0, 05 p. 100. Des proportions plus fortes ou des proportions quelconques d'autres colloïdes n'ont pas d'influence sur cette force électro-motrice.

Si l'on veut dégager les conclusions générales, d'après les résultats obtenus il n'y a pas de relation entre la tension superficielle de la solution et le véritable survoltage dans l'électrolyse de solutions de sulfate de zinc très acides, en présence de colloïdes.

Il paraît y avoir un certain parallèle entre la tension superficielle de l'électrolyte et l'efficacité du courant sur le dépôt du zinc, ou la proportion entre les quantités de zinc et d'hydrogène libérées.

Cependant, l'influence de la tension superficielle ne peut compter pour les résultats

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtenus avec des solutions contenant de très petites quantités de colloïdes. En effet, le colloïde produit un abaissement marqué de la tension superficielle, et cependant l'efficacité du courant dans le dépôt du zinc est légèrement augmentée.

L'influence de proportions plus fortes de colloïde, qui diminuent l'efficacité du courant, est probablement due à la formation de pellicules protectrices autour de la cathode et à un obstacle à la libre diffusion de l'électrolyte. En résumé, avec certaines densités de courant très élevées, l'électrolyse du zinc peut se faire dans une liqueur contenant une proportion élevée d'acide libre. Dans ces conditions, le rapport entre le zinc et l'hydrogène mis en liberté augmente avec la concentration de l'acide jusqu'à une certaine proportion, et aussi avec la densité du courant.

Par exemple, avec une concentration d'acide de 15 g p. 100 cm³ et une densité de courant comprise entre 20 et 50 ampères par dcm², le zinc se dépose avec une efficacité d'environ 95 p. 100. Si l'on emploie des anodes de plomb, l'électrolyse se fait avec une différence de potentiel d'environ 5 volts et avec des anodes en zinc de 3 volts.

La présence de petites proportions de colloïde a un effet marqué et aide la production de dépôts adhérents et brillants. Elle facilite l'emploi de courants de densité élevée et permet ainsi une plus grande efficacité du courant pour le dépôt du zinc.

On observe un très grand retard dans le dépôt du fer présent dans la solution. De fortes proportions de ce métal dans le bain ne causent qu'une faible altération du zinc électrolysé.

Les résultats obtenus ne peuvent pas être entièrement dus aux conséquences du survoltage, de la tension superficielle ou de la viscosité de l'électrolyte; probablement ils dépendent surtout des influences qui règlent la rapidité des réactions engagées dans la transformation des éléments ionisés en éléments libres.

Les résultats donnés ici indiquent les conditions les plus favorables à l'électrolyse des solutions de zinc, aussi bien s'il s'agit de récupérer le métal par voie électrolytique, que de galvaniser le fer et ses alliages par voie électrolytique.

Utilisation des résidus d'arbres résineux. — Les forêts d'arbres résinifères, qui ont approvisionné le monde d'essences et de résines, décroissent avec rapidité; aussi l'utilisation des résidus peut devenir une question d'importance, si l'on songe que l'exploitation pour le bois de construction entraine, à l'état de sciure, de copeaux, etc., une perte des six dixièmes, et que la forêt perd déjà, par chute de branches et mort d'arbres, un quart de son bois.

L'utilisation intégrale des bois résinifères a donné lieu à des travaux fort intéressants du service des forêts au Département de l'agriculture des États-Unis. Par les incisions faites aux pins (procédé du gemmage), on leur fait fournir de l'essence et de la résine de première qualité; la distillation sèche donne de l'essence de térébenthine, des essences de résine, des huiles de résine, du goudron, de la poix, du charbon; la distillation à la vapeur est bonne pour obtenir l'essence et l'huile. Quelques usines, en Amérique, ont employé avec succès l'extraction au moyen de solvants volatils, tels que la gazoline et le naphte. On peut aussi dissoudre la résine dans des solutions d'alcali. Dans quelques cas, on a extrait les huiles volatiles au moyen de bains chauds de matières moins vola-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiles, telles que la résine, la poix, le goudron lourd. L'hydrolyse des lignocelluloses si complexes que le bois renferme, hydrolyse obtenue en traitant le bois par des solutions étendues d'acide sulfureux, sulfurique ou chlorhydrique à pressions élevées, est aussi une question de haut intérêt. Enfin l'emploi dans la fabrication des pulpes à papier a pris une extension très grande.

L'utilisation des résidus sur une base commerciale doit avant tout être poursuivie d'après un traitement simple conduisant à un nombre limité de produits. MM. C. WHITAKER et J. S. BATES viennent de faire à ce sujet des recherches intéressantes (*Journal of industrial and engineering chemistry*, avril 1914, p. 289-298). Et bien que ce soient des recherches de laboratoires, elles peuvent être l'objet d'utiles remarques pour la pratique industrielle.

Puisqu'une excellente pâte à papier peut être obtenue avec le pin à longues feuilles (*pinus palustris*), sa préparation doit être poursuivie de façon à permettre d'obtenir également sous une forme marchande les trois produits les plus importants, c'est-à-dire la pulpe, l'essence de térébenthine et la résine.

Puisque la résine est facilement solubilisée par saponification avec les alcalis, on peut se baser sur cette réaction pour extraire la résine du bois.

Le fait que l'essence de térébenthine et l'huile de pin se volatilisent, lorsqu'on fait agir de la vapeur à des températures bien inférieures à celles de leurs points d'ébullition peut, de son côté, servir de base à un procédé d'extraction au moyen de la vapeur à basse pression.

Une fois le bois débarrassé de sa résine et de son essence, un traitement énergique à l'alcali donnera la pulpe à papier.

L'extraction des résines par traitement alcalin a inspiré de nombreux procédés, tels ceux de Craighill et Kerr (brevet américain 817960 de 1906) qui emploient la quantité de soude caustique juste suffisante pour saponifier la résine et neutraliser les acides ; de J. Aktschourin (brevet français 432998 de 1911) qui traite par une solution alcaline étendue, à une température inférieure à 100° et à pression élevée ; de Hough (brevet américain 903471) ; de Kerr (brevet américain 832863), etc.

Dans le procédé des expérimentateurs, le bois, après effilochage, est mis à digérer dans une solution étendue de soude caustique. Un vaporisage à basse pression donne :

1° Un distillatum, ou essence de térébenthine brute, laquelle fournit, par distillation, de l'essence de térébenthine et de l'huile de pin ;

2° Un extrait qui, additionné d'une solution concentrée de soude caustique, fournit un précipité de savon de résine. Le liquide refroidi précipite encore du savon de résine que l'on redissout dans une petite quantité d'eau chaude et reprécipite à nouveau. Les liquides refroidis renferment 2 à 5 p. 100 de soude caustique et peuvent servir à la digestion originale du bois.

3° Des eaux de lavage (du digesteur) qui peuvent reservir après addition de soude.

4° Des éclats de bois qui, traités par une soude caustique concentrée et vaporisés à pression élevée, fournissent de la pulpe à papier. Le liquide, de couleur très foncée, est évaporé, puis incinéré, enfin caustifié par un lait de chaux, et l'on récupère ainsi la soude caustique à l'état de solution concentrée dont on se sert pour précipiter en 2° le savon de résine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les produits ainsi obtenus dans les expériences de MM. Whitaker et Bates présentent les propriétés que voici.

L'essence brute représente les huiles essentielles du bois, non modifiées grâce à un traitement à basse pression. Par une distillation à la vapeur, ces huiles essentielles ont subi un premier raffinage. Le produit obtenu a toujours été clair et faiblement coloré en jaune. L'essence avait une odeur agréable, due à l'huile de pin qu'elle renferme.

Le schéma proposé pour la récupération de la résine consiste à la retirer du produit direct de l'extraction et des premières eaux de lavage par un salage du savon de résine avec une soude caustique concentrée. On peut obtenir ainsi 75 à 85 p. 100 de la résine renfermée dans un bois riche en produits résinifères. Le savon précipite lentement, mais il est contaminé plus ou moins par des matières humiques provenant du bois; on l'en purifie par une seconde précipitation à la soude caustique. Il semble logique d'utiliser ce savon tel quel, sans le traiter par un acide dans le but de mettre en liberté la résine. Puisqu'on colle les papiers ordinaires avec de la résine, que l'on met dans la pile sous forme de savon en solution et qu'on précipite finalement par l'alun, il semble qu'en dissolvant le savon de résine tel qu'il est obtenu dans les expériences relatées, puis le chauffant avec la quantité voulue de résine seule, on obtiendra aisément une émulsion de qualité propre à satisfaire le fabricant de papiers. La présence de matières humiques colorant l'émulsion, celle de substances huileuses si la distillation n'a pas été soignée, nuiraient à la couleur du papier.

La pulpe obtenue dans le traitement du pin à longues feuilles est caractérisée par la longueur inusitée de ses fibres, qui atteignent 4 à 6 mm, c'est-à-dire le double de la longueur des fibres du sapin. Cette qualité, jointe à la force et à la flexibilité des fibres, communique au papier fabriqué avec elles une douceur et une résistance au pliage hors de pair. Il convient supérieurement comme papier à enveloppes et papier de bureau.

Ce procédé est caractérisé par le petit nombre des produits employés dans le traitement et la simplicité des manipulations. Il n'y a pas de perte d'alcali.

Relation entre la composition chimique et la couleur des matières colorantes. — M. E. R. Watson (*Journal of the Chemical Society*, mars 1914, p. 759-767) expose que des essais ont été faits déjà (*J. of Soc. of Chemical Industry*, 1912, p. 968) pour foncer la couleur de certaines couleurs azo, en recourant aux moyens suivants :

1° augmenter la complexité de la molécule ;

2° augmenter le nombre des chromophores ;

3° modifier la composition de la molécule, de façon à permettre en même temps deux arrangements quinonoïdes.

Ces essais n'ont eu qu'un faible succès, et l'auteur remarque surtout deux faits : il existe des matières colorantes, qui ont un poids moléculaire élevé, qui renferment plusieurs chromophores, et qui possèdent une constitution permettant à la fois plusieurs arrangements quinonoïdes, mais qui sont peu foncées; et il en existe d'autres qui ont un poids moléculaire faible, qui renferment un seul chromophore et qui cependant ont une couleur foncée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, il existe des groupes de matières colorantes où il semble impossible d'obtenir des couleurs foncées, par exemple le groupe des colorants azoïques dérivés du benzène, les polyhydroxybenzo-phénones, les flavones et flavonols.

Des matières colorantes, très voisines comme constitution, peuvent donner des couleurs très différentes. C'est ainsi que l'hexahydroxylbenzophénone teint en jaune sur alun et chrome, et le bleu d'anthracène teint en violet; que le jaune cuir teint le cuir en jaune et la fuchsine le teint en rouge bleuâtre; que le diaminoazobenzène teint en jaune, et l'indamine en bleu; que la quercétine et la myricétine forment des couleurs jaune avec l'alun, et brun jaune avec le chrome, tandis que la gallacétine teint en violet avec le chrome. Les premières ont des formules qui permettent de les représenter sans arrangement quinonoïde. Par contre, les secondes ne peuvent être représentées que par des formules quinonoïdes, quel que soit leur changement tautomérique : bleu d'anthracène WR, magenta, indamine, gallacétine.

D'où la théorie que les matières tinctoriales qui sont des quinonoïdes dans toutes les formes isomériques possibles donnent des teintes foncées et cela quelque simple que soit la molécule. Au contraire, si la molécule peut exister sans revêtir la forme quinonoïde, la couleur obtenue ne sera jamais foncée, quelle que soit la complexité de la molécule.

Une revision des matières tinctoriales de composition bien connue confirme cette hypothèse. Les couleurs du triphénylméthane, les pyronines, benzéines et fluorones, les indophénols, indamines, oxazines, thiazines, azines (safranines, etc.) satisfont toutes à cette condition, et donnent des couleurs foncées, même si la molécule est simple. L'hématéine et la brésiléine satisfont à la règle; elles ont presque le même poids moléculaire que les flavones et leur structure est analogue; mais leur formule peut s'écrire sous forme quinonoïde et leur couleur est bien plus foncée que celle des flavones.

Les dérivés de l'alizarine, les naphtazarines, sont des exemples du même genre. D'autre part, les couleurs monocétoniques (telles celles dérivées du benzophénone et du xanthone, les flavones et flavonols), les couleurs de l'acide ellagique et les colorants azoïques peuvent être représentés par des formules non quinonoïdes et aucun, bien que plusieurs présentent un poids moléculaire élevé, ne donne de couleur foncée.

Pour assurer une couleur foncée, il ne suffit pas que la substance ait une structure quinonoïde permanente. Les acides chloro et nitraniliques sont des colorants, mais à faible pouvoir tinctorial. Il faut que la substance soit capable de se tautomériser d'une forme quinonoïde à une autre.

Le meilleur argument en faveur de cette théorie est qu'on a pu obtenir avec la quercétine des matières foncées (*J. of chemical Society*, vol. 105, p. 389). Il était prévu que si l'on pouvait remplacer le groupe cétonique par le groupe CR.OH, il en résulterait la perte d'une molécule d'eau et un colorant donnant une teinte foncée.

On est arrivé à ce résultat par plusieurs méthodes :

1° en faisant agir l'amalgame de sodium;

2° en faisant agir, sur la diméthylaniline, du chlorure de phosphoryle;

3° en faisant agir l'iodure d'éthyl-magnésium sur l'éther de pentaéthyle, et ensuite effectuant la dééthylation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les relations entre la composition et la couleur d'une matière colorante sont réglées par les remarques suivantes :

a) Les matières colorantes qui ont une longue chaîne de liaisons alternativement simples et doubles dans la forme quinonoïde donnent généralement des colorations foncées.

b) Si les matières colorantes peuvent être représentées à la fois par des formes quinonoïdes et non quinonoïdes, la stabilité relative de ces formes influence la coloration qui est d'autant plus foncée que la stabilité de la forme quinonoïde est relativement plus grande.

c) L'accroissement du nombre d'auxochromes rend fréquemment la coloration plus foncée (H. Kauffmann, *Ueber den Zusammenhang zwischen Farbe und Konstitution*, p. 26).

d) L'alkylation ou l'arylation de groupes aminos, ou le remplacement d'un hydroxyle par un groupe amino alkylé ou arylé, cause en général un foncissement considérable de la couleur, comme on le voit dans la série des rosanilines.

Cette théorie explique d'une manière simple la couleur jaune de l'auramine comparée aux couleurs bleu et vert des dérivés du diphénylméthane et du diaminotriphénylméthane. Celles-ci sont des quinonoïdes dans toutes leurs formes tautomériques, alors que l'auramine peut être représentée par une formule non quinonoïde.

La couleur des corps est parfois liée à leur polymérisation. Mais elle peut dépendre simplement de la nature des dissolvants.

Des cas très particuliers sont ceux des substances qui se colorent lorsqu'on les dissout dans un solvant approprié, et perdent leur couleur dès qu'elles reviennent à l'état solide.

M. C.-K. Tinkler (*Journal of the chemical Society*, 1913, p. 2171) cite les suivants.

Un mélange de parachloronitrobenzène et de diphénylamine est incolore à la température ordinaire ; il prend une coloration jaune rougeâtre avant que la température ait atteint celle du corps ; il redevient incolore par refroidissement. On réalisera aisément ces changements de coloration sur une même couche contenue dans deux tubes d'essai placés l'un dans l'autre.

Un mélange de paranitrobenzaldéhyde et de diphénylamine prend une coloration rouge foncé dans les mêmes conditions, et redevient incolore par le refroidissement.

Un grand nombre de composés nitrés montrent ce phénomène. Par exemple l'ortho et le métachloronitrobenzène, les parabromo et iodonitrobenzènes, la métanitrobenzaldéhyde, le métanitrobenzonitrile, le paranitrotoluène, les acides méta et paranitrobenzoïques ; ils ne le montrent pas seulement avec la diphénylamine, mais aussi avec d'autres amines, telles que la paratoluidine, la tribenzylamine, la triphénylamine, etc.

Il est intéressant de noter que ce changement de coloration ne se produit pas seulement dans le cas de composée nitrés aromatiques. Par exemple, si l'on ajoute du tétranitrométhane à de la diphénylamine solide, on obtient une coloration brun foncé, que le refroidissement fait disparaître.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce changement de coloration dépend des points de fusion des constituants du mélange, ou plutôt de la température eutectique du mélange. Lorsque la coloration se produit, une partie au moins du mélange se trouve à l'état liquide.

L'action des solvants sur le mélange occasionne l'apparition de la coloration, mais celle-ci disparaît aisément si on étend la solution.

En soumettant quelques-uns de ces mélanges à la distillation fractionnée, on trouva, comme il fallait s'y attendre, que le constituant à point d'ébullition le plus faible est présent en excès dans la première partie du distillat, et que le changement de couleur est un phénomène très variable selon la partie qui distille.

Les composés colorés des amines et des dérivés nitrés sont bien connus. La présence simultanée d'un groupe nitro et d'un groupe amino dans une même molécule donne souvent lieu à une coloration intense, comme c'est le cas des nitroanilines. On leur a attribué une constitution quinonoïde. Mais cette constitution ne semble pas nécessaire, disent les auteurs, puisque des dérivés nitrés aliphatiques, tels que le nitrométhane, conduisent aux colorations envisagées : la présence d'une amine aromatique n'est pas, elle non plus, nécessaire puisque des nombreux dérivés nitrés, tels les di et trinitrobenzènes, donnent des colorations avec l'ammoniaque. Bien plus, le tétranitrométhane et l'ammoniaque liquide donnent une solution de coloration jaune orange ; par évaporation, il reste un solide jaune. Similairement, le tétranitrométhane et la triméthylamine donnent aussi une solution fortement colorée, d'après Werner.

Ces colorations sont dues à un changement dans le groupe nitro ; comme il s'en produit entre le bioxyde et le peroxyde d'azote. On sait d'ailleurs que dans les composés aromatiques, Hantzsch (*Berichte*, t. 45, 1912, p. 85) distingue entre trois sortes de groupes nitro attachés au carbone ;

1° le groupe vrai, $: C.N\begin{matrix}O\\O\end{matrix}$ ou $: C.N\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}$, des composés nitrés comme le nitrométhane ;

2° le groupe *aci*, $: C : N : O.OM$, des sels de composés nitrés ;

3° le groupe *aci* conjugué, $.\overset{|\text{—X—}|}{C : N.O.O.M}$, où X représente l'association, dans la même molécule, d'un groupe électronégatif, NO^2, NOH, CO^2H, CN, etc. Ce troisième type est caractérisé par une puissante absorption dans la région visible du spectre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par M. H. Hitier
membre du Conseil.

COMMENT RÉGÉNÉRER LES CULTURES DE POMMES DE TERRE

L'origine de nos pommes de terre cultivées

I. Pommes de terre de semis. — La pomme de terre joue un rôle de tout premier ordre dans l'alimentation de la population, surtout dans l'alimentation des classes peu fortunées; à la campagne, pour les petits cultivateurs et les ouvriers, la rareté du précieux tubercule, les années de disette de pommes de terre, est une véritable calamité; en outre, suivant les récoltes plus ou moins abondantes de pommes de terre, dans chaque ferme l'on élèvera plus ou moins de porcs et ainsi les années déficitaires en pommes de terre deviennent en même temps des années où la viande de porc et le lard atteignent les plus hauts prix; ce qui ne fait qu'aggraver la situation des ménages ouvriers chez lesquels la pomme de terre et le porc forment le fond des principaux repas.

Les récoltes de pommes de terre sont variables d'une campagne à l'autre, suivant les conditions météorologiques de l'année; les années sèches, la plante végète mal et ne peut former que des tubercules de faible poids comme en 1893 par exemple, comme encore en 1911, dans beaucoup de nos départements; mais les années humides ou plutôt les étés, où des pluies abondantes et des orages successifs surviennent en fin juin et juillet, sont peut-être encore plus néfastes parce que, dans ce cas, la végétation de la pomme de terre, qui apparaît très luxuriante, est détruite souvent en quelques jours par une invasion de la maladie (mildew de la pomme de terre) due à une péronosporée. C'est ce que nous avons vu en 1910, où mai, juin et juillet ont été très pluvieux, le champignon, cause du mildew de la maladie de la pomme de terre (*Phytophtora infestans*) s'est développé avec une extrême vigueur; fin juillet, les feuilles de la pomme de terre présentaient l'aspect de fanes noires, et à la récolte on ne trouvait qu'une quantité insignifiante de petits tubercules à chaque pied de pomme de terre, tubercules dont beaucoup étaient eux-mêmes déjà attaqués, plus ou moins gâtés : finalement, pour l'ensemble de la France, la récolte de la pomme de terre n'était estimée qu'à 55 q par hectare au lieu de 107 en 1909, et 110 q en 1908.

Contre la maladie de la pomme de terre l'on a bien préconisé l'emploi de solutions cupriques, de bouillies bordelaise, bourguignonne, comme celles qu'utilisent les vignerons contre le mildew de la vigne. Leur efficacité n'est pas douteuse. Aimé Girard, dans ses belles recherches sur la culture de la pomme de terre, l'a nettement établi; seulement, le traitement sur de grandes surfaces en plein champ, dans beaucoup de cas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est pratiquement impossible. Aussi cherche-t-on, depuis longtemps, d'autres moyens de se préserver non seulement de la maladie dite de la pomme de terre, mais des invasions de plus en plus fréquentes de nouvelles maladies s'attaquant à cette plante.

M. Delacroix, dont nous avons eu à déplorer la mort prématurée, ancien directeur de la Station de Pathologie végétale de France, s'était demandé si la cause de certaines de ces maladies (la filosité entre autres) ne serait pas due à l'affaiblissement progressif de la pomme de terre. « L'origine de cet affaiblissement, dit-il, peut être la façon anormale dont on reproduit les pommes de terre (1). Là, comme ailleurs, la reproduction normale est la production sexuée, et si la production asexuée, qui est employée, se prolonge trop longtemps, elle peut amener des modifications héréditaires qui affaiblissent la plante. Il faudrait donc s'attacher à obtenir de nouvelles variétés par le semis, en ayant soin de choisir pour ces semis les sols les plus mauvais, afin d'éliminer les variétés moins rustiques. » Tout récemment (C. R. A. S., 5 janvier 1194) des botanistes, MM. Sartory, Gratiot et Thiébaut, exposaient dans une note à l'Académie des Sciences que, suivant eux aussi, la dégénérescence de la pomme de terre était due à plusieurs siècles de multiplication asexuée et que son rajeunissement pouvait être obtenu au moyen de la production par graines ; ils préconisaient une nouvelle méthode de multiplication fondée sur l'influence exercée par un champignon inférieur sur le développement des tubercules. Ils obtiendraient ainsi des tubercules de semis fournissant des plantes d'une vigueur exceptionnelle indemnes de la maladie.

Une semblable opinion a été combattue par de nombreux savants et par des hommes d'une compétence indiscutable. M. Schribaux présentait à la séance du 8 avril 1914, de la Société nationale l'Agriculture, un mémoire de M. Aumiot, mémoire dans lequel l'auteur faisait remarquer que cette idée, de rajeunir la pomme de terre par le semis, est bien vieille : Parmentier, dès 1786, l'indiquait; et M. Schribaux ajoutait judicieusement que si la production de tubercules de semis permettait de régénérer rapidement la pomme de terre, la plupart des variétés nouvelles, créées si nombreuses chaque année, étant des variétés de semis, il y a beau temps que la maladie aurait à peu près disparu.

N'y aurait-il pas lieu d'espérer des résultats meilleurs si l'on pouvait retrouver l'espèce ou les espèces sauvages ancêtres de notre pomme de terre cultivée actuellement? Mais quelle est l'origine de la pomme de terre? Depuis dix ans la question plus que jamais a été discutée, et a donné lieu à de multiples études, observations, expériences de toutes sortes.

***

II. Origine de la pomme de terre cultivée. — Jusqu'à ces dernières années, un dogme scientifique, dit M. Heckel, attribuait au seul *Solanum tuberosum* l'origine possible de toutes les pommes de terre cultivées, et l'on considérait, du reste, les nombreuses espèces de *Solanum* tubérifères sauvages, comme irréductibles par la culture, en pomme de terre cultivée.

Or, depuis une dizaine d'années, ces opinions sont très combattues par un certain nombre de savants. Depuis 1904, en effet, MM. Heckel et Labergerie, puis M. Planchon estiment avoir trouvé les ancêtres de nos variétés de pommes de terre. De nom-

(1) On plante chaque année des tubercules, qui ne sont eux-mêmes que des rameaux renflés, la plante est donc multipliée par bouturage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

breux *Solanum* tubéreux sauvages sont, en effet, capables, d'après ces auteurs, de donner immédiatement, par simples mutations gemmaires, le *Solanum tuberosum*.

La question n'est pas purement d'ordre scientifique et théorique, répétons-le, car ces mêmes savants espèrent avoir trouvé ainsi des espèces qui résisteraient aux parasites, soit à l'état sauvage, soit dans leurs mutations.

Essayons donc de résumer l'état actuel de la question, en faisant connaître les opinions opposées qui ont été émises à l'égard de l'origine de la pomme de terre dans des travaux récents (1).

A la séance du 9 mars 1904, M. Labergerie, propriétaire à Verrières (Vienne), présentait à la Société nationale d'Agriculture des échantillons de *Solanum Commersoni* dont il avait obtenu, entre autres variétés, une à peau violette douée des plus précieuses qualités. Depuis 1901, M. Labergerie se livrait à des essais de culture de *Solanum Commersoni ;* M. Heckel, directeur de l'Institut colonial de Marseille, lui en ayant confié à cette époque quelques tubercules provenant des rives de la Mercédès (Uruguay). Entre le type originel et le *Solanum* obtenu par M. Labergerie existaient des différences très marquées ; en effet la plante sauvage ne donne comme tubercules que des renflements insignifiants, couverts de lenticelles, d'une saveur amère, situés sur les prolongements de longs rameaux souterrains, menus et effilés (stolons). Or, M. Labergerie avait obtenu de ce *Solanum* une plante donnant des tubercules ramassés autour du pied mère, tubercules très gros, à peau lisse et ayant perdu leur saveur amère.

MM. Bonnier et Schribaux faisaient aussitôt remarquer l'intérêt exceptionnel du fait apporté par M. Labergerie, et, en même temps, exprimaient leur étonnement que des modifications aussi profondes eussent pu se produire brusquement d'une génération à la suivante.

La même année, le 7 décembre 1904, M. Labergerie résumait, devant la Société nationale d'Agriculture, les observations qu'il avait été amené à faire durant la dernière campagne sur ses cultures de *Solanum Commersoni*, et il annonçait que le *Solanum Commersoni*, type primitif, ne serait plus à Verrières, dans quelques années, qu'à l'état de souvenir, tant les signes de transformation dans les cultures se multipliaient ; de nouvelles variétés, une violette, trois jaunes, deux blanches, étaient apparues, une série fort curieuse de tubercules nouveaux, allant du blanc presque pur au rouge foncé, et il ajoutait dès 1904 : « Il serait vraiment remarquable de voir sortir du *Solanum Commersoni* toute la gamme correspondante à celle des pommes de terre comestibles connues. »

M. Bussard (séance du 6 décembre 1905), rendant compte d'une visite qu'il venait de faire, à l'automne, au champ d'expériences de M. Labergerie à Verrières, s'exprimait ainsi : « Les variétés nouvelles issues du *Solanum Commersoni* deviennent plus nombreuses chaque année. J'ai vu, à Verrières, de vastes paniers de tubercules arrachés quelques jours auparavant ; autant de paniers, autant de sortes. A considérer superficiellement leur apparence extérieure, on eût pu rattacher chacune d'elles à des formes connues et bien différentes du *Solanum tuberosum :* Saucisse rouge, Violette, Czarine, Merveille d'Amérique, etc. ; toutes cependant se distinguaient de ces variétés par quel-

(1) Nous empruntons aux communications faites à la Société nationale d'Agriculture depuis 1904, les renseignements sur cette importante question ; les dates entre parenthèses indiquent les dates des communications et le numéro du Bulletin de la Société nationale d'Agriculture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que caractère, notamment par la couleur de la chair tantôt blanche, tantôt jaune, tantôt encore veinée de rose.

« Le spectacle du jardin fort étendu où M. Labergerie cultive, en collection soigneusement étiquetée, ses variations du *Solanum Commersoni* est bien fait pour surprendre quiconque est accoutumé aux plantations de pommes de terre. L'exubérance générale de la végétation, dont l'aspect change d'une ligne à l'autre et même d'un pied au pied voisin, la présence très fréquente, la grosseur et souvent l'abondance des tubercules aériens sur les tiges déconcertent. L'impression qu'on se trouve en face d'une plante à transformations multiples, désordonnées, d'une plante affolée, suivant l'expression dont on s'est servi, s'accentue encore lorsqu'on procède à des arrachages. »

La caractéristique du *Solanum Commersoni* de M. Labergerie, disait M. Schribaux, dans cette même séance, « qui lui assigne une place bien spéciale parmi nos pommes de terre cultivées, c'est la fréquence et l'amplitude des variations dont il nous rend témoins. En ce moment nous voyons surgir des formes qui ressemblent singulièrement à d'anciennes variétés de pommes de terre cultivées. »

Enfin M. Bussard signalait l'importance de phénomènes de régression qu'il avait pu observer, chez M. Labergerie, sous un pied de *Solanum Commersoni* violet, la production de tubercules blancs allongés garnis de fines lenticelles.

M. Heckel (13 décembre 1905) signalait avoir fait une constatation analogue ; ayant semé deux années de suite à Marseille des tubercules de la variété violette de M. Labergerie, les deux fois il avait obtenu des retours à l'état sauvage, non dans la partie souterraine, mais dans la partie aérienne. Il n'y a donc pas d'erreur possible, ajoutait M. Heckel : pour qu'une forme retourne à l'état primitif, il faut qu'elle en soit sortie ; et il répondait ainsi à une objection très répandue, faite aux expériences de M. Labergerie. Nombreux, en effet, étaient, dès cette date, les savants et les praticiens qui ne voyaient dans le *Solanum Commersoni violet* (1) de M. Labergerie que la pomme de terre bien connue, cultivée sous le nom de *Géante bleue*, et ils étaient tentés de penser comme Sutton : qu'un tubercule ou une portion de la pomme de terre Géante bleue s'était accidentellement introduit dans les cultures de M. Labergerie.

A la même date, M. Heckel, qui, pendant sept ans à Marseille, n'avait obtenu, du *Solanum Commersoni*, rien de ce qui caractérisait les variations constatées à Verrières par M. Labergerie, annonçait, au contraire, qu'il venait d'obtenir du *Solanum Maglia*

(1) Le *Solanum Commersoni violet*, variété 1-01, M. Labergerie l'obtint dès 1901 « d'une plantation de *Solanum Commersoni* faite dans un terrain extrêmement fertile, fortement amendé de fumier de poulailler ». (Bulletin de la Société nationale d'Agriculture, communication de M. Labergerie, 13 décembre 1905.) C'est cette variété qui, à Verrières, se montra comme une plante affolée, comme un organisme déséquilibré : variations fréquentes dans la coloration des tubercules d'un même pied, apparition d'individus possédant des stolons de la longueur de ceux du *Solanum Commersoni sauvage*, apparition de types aberrants, tubercules aériens en grand nombre etc., particularités qui, si elles se rencontrent dans une variété quelconque, ne s'y rencontrent toutefois qu'à l'état d'exception, qui au contraire, dans les cultures de Verrières, étaient remarquables par « leur fréquence, leur diversité et plus encore leur rencontre simultanée ». (Schribaux, 26 novembre 1913.)

Les tubercules provenant du *Solanum Commersoni violet* ont donné des plants de pommes de terre, souvent tellement semblables de tous points à la *Géante bleue* que beaucoup de spécialistes et d'agriculteurs, qui les ont cultivés, ont douté de leur origine ; M. Labergerie, dans une série de communications depuis 1905, s'est efforcé de répondre à l'objection, et a multiplié les observations qui permettraient, selon lui, de distinguer les deux plantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des variations tout à fait remarquables ; d'un tubercule jaunâtre pesant 5 à 6 g, était sortie une plante ayant donné plusieurs tubercules groupés, sans stolons, au bas de la tige et appartenant tous à la variété violette. Plus de lenticelles, plus de saveur amère du tubercule, et celui-ci avait atteint le poids de 130 g.

A la troisième génération, M. Heckel obtint non plus des tubercules violets, mais des tubercules blancs de taille relativement considérable.

M. Heckel, constatant que les choses à ce point de vue s'étaient passées chez lui, avec le *S. Maglia*, comme chez M. Labergerie avec le *S. Commersoni*, pensait pouvoir en conclure (9 janvier 1907) que la première manifestation de mutation gemmaire se produit toujours de la même façon, c'est-à-dire par l'apparition de tubercules violets d'où sortent plus tard des plantes qui donnent des tubercules roses, jaunes, blancs, panachés.

Cette même année 1907, M. Schribaux, qui avait reçu de M. Heckel trois tubercules de S. Maglia sauvage en voie de mutation, et qui les avait plantés au champ d'expériences de la Station d'essais de semences, dans des conditions rendant toute erreur impossible, récoltait sur l'un des pieds douze tubercules pesant ensemble 2,500 kg, tubercules de grande taille, allongés, un peu aplatis, réguliers et d'un beau violet. La mère cependant ne leur ressemblait nullement : elle était ronde, entièrement blanche, avec des macules légèrement violacées au voisinage des bourgeons.

« A la suite de MM. Labergerie et Heckel, mes collaborateurs et moi, disait M. Schribaux, nous avons donc saisi sur le vif la brusque transformation d'une variété sauvage en une variété cultivée (11 décembre 1907). »

Et M. Schribaux (dans cette même séance, 11 décembre 1907) parlant d'une nouvelle visite qu'il avait faite, à l'automne, à Verrières, en compagnie de M. Bussard, insistait à nouveau sur l'extrême instabilité du *Solanum Commersoni* violet dans les cultures de M. Labergerie : « Parmi les nouvelles pommes de terre auxquelles il a donné naissance, on en trouve de toutes les formes et de toutes les couleurs : il y en a de jaunes, de roses, de rouges, de panachées, les unes sont longues, les autres sont rondes, etc., et les différences de végétation ne sont pas moins marquées que les différences morphologiques. Dans les tubercules de ces nouveautés authentiques, je serais bien surpris si les spécialistes en pommes de terre ne reconnaissent pas, ici, la Hollande, l'Early rose, ailleurs la Merveille d'Amérique, la Czarine, etc. » M. Schribaux signalait enfin à Verrières une forme aberrante, unique dans son genre, une variété naine chez laquelle l'activité du travail physiologique se concentre sur la production d'une foule de petits tubercules aériens, aux dépens de celle des tubercules souterrains, réduits à presque rien.

En 1909, M. L. Planchon, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Montpellier, communiqua (séance du 10 novembre) un nouveau fait confirmatif de la mutation, résultant de la transformation complète du *S. Commersoni* sauvage en une forme mutée que l'on ne pouvait par aucun caractère distinguer du *S. tuberosum*. « J'avais reçu de mon collègue, le professeur Heckel, des tubercules de *S. Commersoni* du type sauvage bien caractérisé, que je cultivais depuis 1904 sans observer en eux le moindre changement. Pendant l'année 1908 la végétation aérienne de ces plantes n'a pas différé de celle des années précédentes, sauf peut-être par des modifications peu importantes, telles qu'une légère striation violette à la face inférieure des pétales sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques fleurs et l'apparition çà et là de quelques foliolules entre les folioles normales. Mais la mutation s'est faite sous le sol : à l'arrachage (octobre 1908), les tubercules peuvent être divisés en deux groupes, avec quelques rares passages; les uns blanchâtres, couverts de lenticelles saillantes, à chair aqueuse, avaient le type du *Commersoni* sauvage; les autres arrondis, avec des yeux très marqués, une couleur jaunâtre, une peau fine, des lenticelles très espacées et une taille souvent assez grande (l'un d'eux pesait 234 g), avaient évidemment subi un changement profond.

« Ces tubercules ont tous été cultivés en 1909 dans des conditions un peu variées de fumure et d'arrosage. Les premiers, à caractère sauvage, ont donné des plantes que l'on peut appeler à demi mutées à cause de quelques caractères qui diffèrent légèrement des plantes vraiment sauvages, mais qui sont restées nettement des *Commersoni;* les seconds, comme il fallait s'y attendre, ont donné une végétation toute différente et le changement s'est produit à la fois et identiquement pareil sur tous les pieds. Il a porté, on peut le dire, sur tous les organes :

« 1° La tige, devenue plus forte, plus dressée, de couleur plus pâle;

« 2° Les feuilles, plus grandes, d'un vert plus jaune, à folioles plus larges, à surface gaufrée et surtout à nombreuses foliolules intermédiaires;

« 3° Les fleurs, dont le calice a allongé les lobes; dont la corolle est devenue rotacée et a pris une teinte violet-mauve accentuée, surtout entre les rayons principaux; dont les étamines ont passé du jaune canari (type primitif) au jaune orangé;

« 4° Les tubercules qui, non seulement ont conservé les caractères acquis en 1908, mais les ont développés sans un seul retour en arrière. Les stolons ont complètement disparu; tous les tubercules sont massés contre la tige. Les lenticelles sont très espacées, non saillantes, les yeux souvent accentués, la peau jaune ou grise, tendant parfois, rarement, à la teinte violette; enfin la saveur amère a totalement disparu, le goût est devenu excellent, rappelant la finesse et la saveur de l'Early rose.

« Comme on le voit, ce sont là, très exactement, les caractères complets du *S. tuberosum*, non seulement tels qu'on les décrit d'ordinaire, mais presque mot pour mot tels que les donne M. Witmack dans son mémoire (1).

« Il est donc permis d'affirmer qu'une fois de plus on a transformé intégralement et par simple voie culturale, une espèce par une autre. »

En 1910 (séance du 23 novembre) M. Planchon communiquait les nouveaux résultats de ses cultures de *S. Commersoni* sauvage et muté, et pouvait apporter la confirmation, sans réserve des faits acquis en 1909 : 1° par la persistance générale du type muté qui paraît bien fixé; 2° par deux retours en arrière qui confirmeraient, s'il en était besoin, l'origine du type muté; 3° par une mutation qui confirmait encore une fois de plus la plasticité du *Solanum Commersoni;* enfin 4°, par l'évolution de plus en plus accentuée du type sauvage dont les tubercules, non encore mutés, se montraient cependant en voie de mutation.

(1) Le professeur Witmack de Berlin, après des recherches approfondies, soit dans ses cultures propres, soit dans celles de Verrières ou du Jardin botanique de Marseille, concluait dans un mémoire très documenté (1909) que le *S. tuberosum* reste une espèce distincte, toujours et bien différente du *S. Commersoni*, surtout par la forme rotacée de la corolle, par la longueur des lobes calicinaux et par la forme sphérique du fruit, le *Commersoni* ayant toujours, d'après lui, des lobes calicinaux très courts, une corolle étoilée et un fruit cordiforme (L. Planchon).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats, acquis ainsi par MM. Labergerie et L. Planchon sur le *Sol. Commersoni*, par M. Heckel sur le *Sol. Maglia*, ne laissaient aucun doute dans l'esprit de ces expérimentateurs sur la mutation gemmaire culturale de ces solanums; toutefois, pour répondre à certaines critiques, sur l'initiative de M. Heckel, M. Verne entreprit en 1911 un voyage de récoltes de tubercules de *Sol. Maglia* et de *Sol. tuberosum* au Chili, en Bolivie et au Pérou pour pouvoir bien affirmer l'origine sauvage et inculte des tubercules soumis aux pratiques culturales qui avaient assuré, entre les mains de M. Heckel, la réalisation de la mutation gemmaire. « De cette façon (1) tomberait toute objection relative à l'origine des tubercules mis en cause : on ne pourrait plus réfuter en disant que ces tubercules récoltés par des tiers pouvaient avoir été pris dans les cultures et non à l'état sauvage dans des lieux peu accessibles ou loin de toute culture. Par suite, on ne pourrait objecter que les plantes issues de ces tubercules avaient déjà reçu un ébranlement morphologique. C'est à la réalisation de ce dernier point important que M. Verne s'est appliqué spécialement durant son voyage dans la Cordillère du Pacifique et dans la Cordillère des Andes, à la recherche de tubercules sauvages. Ces récoltes ainsi faites (3000 tubercules) et largement réalisées, présentent en outre un autre intérêt. Servant de base à des essais de mutation, elles donneront aux produits obtenus une plus grande certitude de rapprochement aussi intime que possible avec des plantes non encore soumises à la culture et, partant, plus résistantes à la dépréciation causée par la longue perpétuation de la reproduction asexuée. Elles nous donnaient aussi la certitude de pouvoir obtenir la fructification des plantes mutées, au moins à leur début, et de pouvoir, par suite, les reproduire de graines; enfin nous évitions le reproche de mettre peut-être en cause des tubercules provenant, en Amérique du Sud, d'anciennes cultures abandonnées et dont les plantes déjà ébranlées par la culture seraient retournées à la condition sauvage. Comme on le verra et comme il a été dit déjà, M. Verne s'est mis soigneusement à l'abri de ce reproche en ne récoltant que dans des stations très éloignées de toute culture. Les expériences culturales ont commencé à Marseille le 29 septembre sous bâche et à Grenoble (Gières) le 6 décembre 1911. »

A Gières on n'obtint pas, dans cette première campagne, de mutation complète, les caractères de l'espèce sauvage furent, en effet, conservés dans les tiges, les fleurs et les feuilles, les stolons furent abondants; de nombreuses lenticelles saillantes, moins abondantes toutefois, apparaissaient encore sur les tubercules, mais sous l'influence de la fumure appropriée (fumier de poulailler), les tubercules se développèrent, ce qui constitue le premier stade de la mutation. A Marseille les résultats furent beaucoup plus nets, avec le *Solanum tuberosum* et le *Solanum immite* Dunal, la mutation s'est produite partiellement sur les système floral et végétatif externe et complètement dans les parties souterraines de la plante (tubercules et stolons). Les tubercules jaunes, uniformément sphériques, n'étaient plus portés à l'extrémité de longs stolons, mais ramassés autour de la base des tiges ou insérés à cette base sur des stolons très raccourcis mesurant seulement 2 cm. En même temps que cette réduction, les tubercules avaient augmenté leurs dimensions et leur poids, la peau était devenue plus fine, moins adhérente à la chair et surtout pourvue d'un très petit nombre de lenticelles aplaties non

(1) Sur les *Solanum tuberosum* L. et *S. Maglia Schlecht* et sur les mutations gemmaires culturales entreprises sur les tubercules de ces deux espèces sauvages, Mémoire de MM. Heckel et Claude Verne, *Bulletin de la Société d'Agriculture*, octobre 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saillantes, tandis qu'elles étaient nombreuses et très surélevées dans le tubercule non muté; quelques tubercules avaient changé de couleur; de jaune uniforme ils avaient passé au rose ou au violacé, quelquefois sur le même pied; enfin la chair de ces tubercules du poids de 10 à 50 g était devenue moins aqueuse et plus féculente. Le tubercule était comestible et sans amertume aucune.

En 1913 MM. Heckel et Claude Verne continuèrent leurs expériences au Jardin botanique de Marseille, et aux environs de Grenoble; outre les tubercules rapportés d'Amérique par M. Verne, d'autres comme le *Solanum Bitteri* Hassler et le *Solanum acaule* Bitter furent cultivés à Marseille, Grenoble, Saint-Martin-d'Uriage. A Marseille, les petits tubercules, déjà mutés, l'année précédente, ont donné des tubercules plus pleinement mutés, du poids de 40 à 50 g, sphériques, jaunes, de belle apparence, bien sains; à la même station fut obtenue, en 1913, la mutation souterraine du *Solanum Jamesii*, alors que, depuis trois ans, ce solanum tubérifère résistait à toute tentative culturale (note de MM. Édouard Heckel et Claude Verne, 15 octobre 1913). A Gières (Grenoble) et à Saint-Martin-d'Uriage en 1913 les tubercules sauvages de *Maglia* rapportés du Chili en 1911, par M. Verne, ont confirmé la mutation obtenue dès 1907 par M. Heckel à Marseille. A Gières, après deux années de culture appropriée, les tubercules sauvages de M. Verne ont donné 150 pieds sur lesquels trois ont présenté la mutation souterraine seulement. Ces tubercules violets (couleurs des premières obtentions de M. Heckel) se sont groupés à la base de ces pieds et pesaient 160 g environ, formant une pomme de terre de belle apparence et comestible; plus de stolons, plus de lenticelles saillantes, chair féculente, douce.

Quant au *Solanum tuberosum* L. (1) dont M. Verne avait récolté les tubercules sauvages au Pérou, et dont M. Heckel avait obtenu déjà la mutation après une seule année de culture à Marseille en 1912, même résultat positif fut constaté à Gières cette seconde année de culture, 1913; et MM. Heckel et Verne concluaient :

« Nous avons obtenu, à cette heure, la mutation disjointe (souterraine ou totale), (souterraine et aérienne) de cinq espèces : *Solanum Commersoni*, *Maglia*, *tuberosum*, *immite* et *Jamesii;* d'autres espèces sont en cours de mutation avec des signes précurseurs de ce phénomène (*S. Bitteri*, par exemple). Nous voilà bien loin du dogme scientifique qui attribuait au seul *Solanum tuberosum* l'origine possible de toutes les pommes de terre cultivées dans le monde entier, et bien plus loin encore des assertions émises par les plus grands botanistes qui considéraient les nombreuses espèces de *Solanum* tubérifères sauvages comme irréductibles, par la culture, en pomme de terre cultivée. » (Heckel et Claude Verne, Société nationale d'Agriculture, 15 octobre 1913.)

***

Les mutations, qu'annonçaient avoir ainsi obtenues MM. Labergerie, Heckel et Planchon, et les faits qu'ils rapportaient, ont été très discutés depuis une dizaine d'an-

(1) Malheureusement il règne, dans la nomenclature des espèces de Solanum tubérifères, entre botanistes, une certaine confusion. Ici M. Heckel désigne sous le nom de *Solanum tuberosum L.* une espèce sauvage, une forme spontanée qui ne présente pas l'organisation florale du groupe des pommes de terre cultivées, groupe pour lequel M. P. Berthault, par exemple, réserve exclusivement la désignation de *S. tuberosum*. Se reporter à ce sujet à la thèse de M. P. Berthault citée plus loin (p. 128 et à un article du *Journal d'Agriculture pratique* (10 octobre 1912).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées. C'est qu'en effet d'après ces expérimentateurs nous ne nous trouverions pas seulement en présence de simples modifications d'organes comme celles qui ont fait, entre les mains de Philippe Victoire et Louis de Vilmorin, de la carotte sauvage, et de la betterave sauvage, les racines de carotte et de betterave à sucre que nous cultivons aujourd'hui; nous serions les témoins du passage brusque d'une espèce végétale à une autre ; de nombreux *Solanum* tubéreux sauvages, seraient capables de donner immédiatement par simples mutations gemmaires le *Solanum tuberosum*, l'espèce de pomme de terre que nous cultivons.

Quelles seraient, du reste, les conditions capables de provoquer ces mutations que bien peu d'expérimentateurs, jusqu'ici, il faut le reconnaître, ont réussi à provoquer, que n'ont pu observer des praticiens spécialistes de la culture de la pomme de terre comme Sutton, Vilmorin, etc., qui cependant, depuis de bien longues années, cultivent des Solanum tubéreux sauvages à côté de leur très complète collection de variétés de pommes de terre.

Pour M. Schribaux les *Solanum Commersoni* seraient devenus si malléables entre les mains de M. Labergerie parce qu'il les place dans des conditions très particulières. « Pour en ébranler la constance il ne s'adresse plus seulement à la culture intensive, à la suralimentation : il plante ses pommes de terre dans des composts ou dans le voisinage immédiat de tubercules différents. Composts et tubercules apportèrent probablement avec eux un agent de transformation très actif un champignon sans doute... » (5 déc. 1906.)

M. Labergerie depuis 1906 a insisté à maintes reprises sur les très curieuses influences de voisinage exercées par une plante à tubercules sur une autre plante à tubercules et encore en 1913 (séance du 26 novembre) il soumettait à l'attention des membres de la Société nationale d'Agriculture des tubercules provenant d'une transformation complète du *S. Commersoni* sauvage en *tuberosum*, obtenu dans une culture en contact avec Early rose.

Pour M. Heckel (1), la cause déterminante de la mutation gemmaire culturale serait une symbiose microrhizienne; M. Heckel a été conduit à cette hypothèse par ce double fait: 1° que jamais il n'a pu obtenir la moindre apparence de mutation en traitant, dans ses cultures de *Solanum* tubérifères sauvages, les plantes par les engrais chimiques en abondance (superphosphate, chlorures et nitrates, alors que les fumiers de ferme lui donnaient des résultats ; 2° par cet autre fait que des composts en pots formés de seuls engrais de ferme, soumis au préalable à l'action du four chauffé à 150°, ne lui ont jamais non plus donné de résultats dans les plants mis au sein de ces fumures stérilisées. C'est sous l'inspiration de cette hypothèse microrhizienne (que les derniers travaux posthumes de Noël Bernard sur la symbiose du Solanum semblent confirmer) que M. Heckel a établi sa technique spéciale de culture des solanums : traiter les tubercules sauvages par la superfumure, à l'exclusion de tout engrais chimique, avec un compost formé de divers fumiers d'origine animale différente. Toutefois, parmi ces fumiers, celui de poulailler s'est montré toujours plus particulièrement opérant dans les mutations gemmaires culturales de M. Heckel.

Depuis la découverte des variations de *S. Commersoni* par M. Labergerie, de tous côtés, des savants et des praticiens, disions-nous, des spécialisfes de la culture de la

(1) *Bulletin de la Société d'Agriculture*, octobre 1912, p. 706.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pomme de terre se sont efforcés de provoquer de semblables mutations en partant de solanums sauvages. Un certain nombre ont annoncé avoir réussi ; par contre « Dufour à Fontainebleau, Griffon à la Station physiologique de Pathologie des Plantes cultivées à Grignon, F. Berthault et Brétignière au Laboratoire d'agriculture de Grignon, de Vilmorin à Verrières, Sutton à Reading, Witmack à Berlin, ont cultivé, espérant en obtenir des formes mutées, le *S. Commersoni* ou le *S. Maglia*, mais jamais ces expérimentateurs n'ont constaté le passage d'un pied *bien authentique* de *S. Commersoni* à un *tuberosum* » (1).

M. Pierre Berthault, durant les années 1909 et 1910, fit aussi un certain nombre d'essais de mutation. Ses recherches ont porté sur des plantes multipliées par graines et par tubercules : 1° à partir des tubercules authentiques de *Commersoni*, récoltés sur des pieds ayant eu une végétation et des fleurs bien caractéristiques de *Commersoni;* 2° à partir de tubercules de *Maglia* provenant de chez MM. de Vilmorin et Sutton ; 3° sur des tubercules envoyés par M. Labergerie comme devant muter, etc. Les expériences furent faites avec fumure et suralimentation, voisinage et contact, traumatismes.

M. Berthault a résumé les résultats, qu'il a obtenus, dans la seconde partie d'une thèse très remarquable : *Recherches botaniques sur les variétés cultivées du solanum tuberosum et les espèces sauvages de solanums tubérifères voisins* (2).

Dans toutes les conditions de pureté de culture désirables, opérant même sur des tubercules provenant de chez M. Labergerie et réalisant les conditions indiquées comme favorables à la mutation, il n'a pu observer le passage d'une forme sauvage à une pomme de terre cultivée. Il n'a pu que constater dans ses expériences, comme Sutton, F. Berthault, Brétignière, Griffon, que la fixité spécifique de chacun des types sauvages d'une part, et du *S. Tuberosum* d'autre part.

Cette fixité spécifique n'implique du reste nullement la fixité dans l'espèce, et si M. P. Berthault n'a pu, en aucun cas, constater le passage d'une espèce linnéenne à une autre espèce linnéenne comme, par exemple, le passage du *S. Commersoni* ou du *S. Maglia*, au *tuberosum*, il a pu, au contraire, remarquer au sein de ces espèces linnéennes, de nombreuses variations quant à la coloration et à la forme des tubercules ; mais pour M. Berthault, ces modifications et variations brusques qui apparaissent chez toutes ces plantes (solanums sauvages, solanums cultivés) n'intéressent jamais les caractères importants et essentiels de l'espèce.

Les caractères botaniques, ceux tirés des organes floraux, notamment, restent en effet d'une fixité absolue et sans aucune modification (3).

Aussi M. Berthault, avec un grand nombre de botanistes et de praticiens spécialistes, ne peut-il se ranger à l'avis de MM. Labergerie, Planchon, Heckel, Verne, qui regardent les solanums spontanés sauvages d'Amérique, *S. Commersoni* et *Maglia*, comme les ancêtres de notre pomme de terre cultivée.

(1) P. Berthault.

(2) Nancy, Berger-Levrault, p. 194.

(3) Dans une étude botanique très serrée et complète du *Solanum tuberosum* et des solanums tubérifères sauvages, voisins du *Solanum tuberosum*, M. P. Berthault établit que le *S. tuberosum* est une espèce très homogène au point de vue floral, toutes les plantes rentrant dans ce type ayant des fleurs à calice longuement mucroné, à corolle rotacée, toutes les variétés agricoles sont ainsi constituées. Au contraire les solanums tubérifères sauvages, voisins du *tuberosum*, en diffèrent, notamment par la réduction des mucrons calicinaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

A la suite de la visite qu'il venait de faire à Verrières (Vienne) M. Bussard, en décembre 1905, s'exprimait ainsi devant la Société nationale d'Agriculture, après avoir décrit les faits dont il avait été témoin dans les cultures de M. Labergerie : « Les multiples transformations du *S. Commersoni* promettent à la culture une ample moisson de variétés nouvelles sur lesquelles se fondent de légitimes espérances; nous ignorons toutefois quel avenir leur est réservé. Des discussions, qu'elles ont suscitées depuis deux ans, et auxquelles ont pris part les savants les plus éminents et les plus autorisés, il se dégage ceci que bien des questions se rapportant à la pomme de terre sont encore obscures, aux yeux de ceux qui croient le mieux connaître la précieuse solanée. Ces questions n'auraient pas été posées avant longtemps, sans l'intelligente initiative d'un agriculteur, dont il faut louer l'esprit d'observation, la patience et la ténacité; en obligeant les spécialistes à les envisager, il leur aura rendu un réel service. »

Il nous semble qu'on ne saurait mieux dire. Au point de vue pratique, du reste, ces discussions scientifiques n'auront pas été vaines. Parmi les 72 mutations qu'il a obtenues issues du *S. Commersoni*, 4, disait M. Labergerie (26 novembre 1913) ont un intérêt considérable. En première ligne, la variété violette (*Solanum Commersoni violet 1-101*) qui se distingue par sa bonne saveur identique à celle d'Early rose, par sa grosse production en terrains très humides, où aucune pomme de terre ne réussit vraiment, et son immunité complète aux atteintes du phytophtora. En seconde ligne, deux variétés jaunes identiques, comme saveur et aspect végétatif à *Magnum Bonum*, plus productives et plus résistantes aux maladies, etc., etc.

MM. Heckel et Verne (octobre 1913) signalaient une observation « du plus haut intérêt pour l'agriculture » : Alors que les mutations du *Solanum Commersoni*, *Maglia*, *Bitteri* sauvages, cultivées à Saint-Martin-d'Uriage, Isère, subissaient vers la mi-août 1913 le même sort que les pommes de terre ordinaires cultivées dans le voisinage, c'est-à-dire, étaient atteintes subitement par la maladie, et succombaient par leurs parties extérieures, le *Solanum acaule* (provenant de Bolivie), cultivé dans les mêmes champs, seul, se maintenait indemne. Il gardait toutes ses belles apparences saines de végétation, et cela persista jusqu'à fin septembre, malgré le temps pluvieux et chaud (1). Aussi écrivaient-ils : « On peut espérer, d'après cette observation, que cette forme spéciale de *Solanum tuberosum* nous donnera, après mutation, des variétés plus résistantes que les autres à ce terrible fléau. »

H. Hitier.

(1) D'autre part, M. Verne a rapporté de Bolivie des tubercules superbes de diverses variétés culturales de Bolivie vendues couramment sur les marchés de La Paz (3 600 m d'altitude) et qui se sont montrées très résistantes au mildew.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. MAX RINGELMANN

membre du Conseil.

Comparaison des divers appareils de culture mécanique avec câbles,

par M. MAX RINGELMANN.

A l'aide des diverses formules et résultats d'expériences, qui ont été donnés précédemment (1), on peut tenter la comparaison, au point de vue dynamique, des principaux systèmes d'appareils de culture mécanique employant des câbles.

Comme quantités communes nécessaires pour ces comparaisons, nous admettrons une longueur de rayage de 400 mètres, et une traction utile, disponible à la charrue (ou à toute autre machine de culture), de 1 000 kilogrammes; enfin, pour tous les systèmes, nous ferons les calculs pour la charrue supposée au milieu de son rayage.

1° TRACTEUR-TREUIL. — Ces machines (2) enroulent généralement 200 mètres de câble sur le treuil a (fig. 20), de sorte qu'un rayage de 400 mètres, entre les fourrières y et y', est travaillé en deux bonds; quand la charrue c, partant de b, arrive près de a,

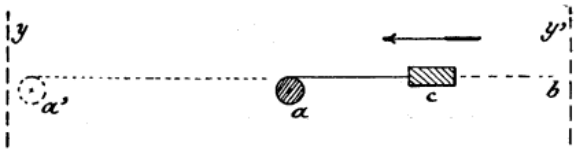


Fig. 20. — Principe d'un chantier de labourage avec un tracteur-treuil.

le treuil a se déplace seul en a', jusqu'à la fourrière y, puis appelle de nouveau la charrue. La longueur ab étant de 200 mètres, nous considérerons la charrue c à 100 mètres de a. Dans ces conditions, le câble ac ne frotte pas sur le sol.

Le travail mécanique à fournir au treuil a (fig. 20), par mètre d'avancement de la charrue c, se décompose de la façon suivante :

(1) Page 465, Bulletin de novembre 1913.
(2) *Culture mécanique*, t. I, p. 19.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

		kilogrammètres.
Charrue		1 000
Treuil : travail utile	23,2	26
— résistances passives	2,8	
Total		1 026

2° Système a deux locomotives-treuils. — Avec ces appareils (1), les treuils a et b (fig. 21), placés sur les fourrières y et y' supposées écartées l'une de l'autre de 400 mètres, tirent alternativement la charrue c; quand le treuil a fonctionne par exemple, il doit développer à la charrue c une traction de 1 000 kilogrammes, plus celle qui est nécessaire pour dérouler le câble cb du treuil b et vaincre la résistance opposée à ce treuil par le frein chargé d'empêcher le déroulement rapide du câble.

Chacun des deux câbles frotte sur le sol sur une longueur d'environ 130 mètres, avec un coefficient de 0,31 par mètre courant.

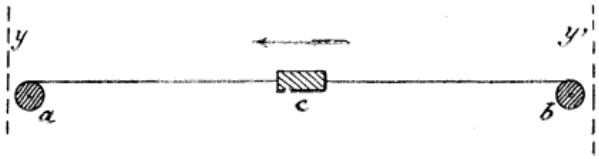


Fig. 21. — Principe d'un chantier de labourage avec deux locomotives-treuils.

Le travail mécanique à fournir au treuil, en kilogrammètres par mètre d'avancement de la charrue se décompose ainsi :

		kilogrammètres.
Résistance opposée par le treuil qui laisse dérouler le câble		60
Résistance opposée par le câble		40,3
Charrue		1 000
(La traction du câble d'appel sur la charrue doit être de 1 100^{kg},3).		
Résistance opposée par le câble		40,3
Treuil : travail utile	23,9	26,8
— résistances passives	2,8	
Total		1 167,3

3° Système dit roundabout, ou de Howard (2). — Avec les fourrières y et y' (fig. 22) espacées de 400 mètres comme précédemment, étant donné que les treuils fixes a et b peuvent chacun enrouler 700 à 750 mètres de câble, la longueur $c\,g$ sur la fourrière doit être de 100 mètres; dans la position médiane, la charrue c est à 200 mètres des chariots-ancres alors placés en f et en j, et ces derniers sont à 50 mètres des poulies de renvoi e et i.

Pour empêcher le déversement des chariots-ancres f et j (fig. 22), nous avons vu que les poulies qu'ils supportent sont très rapprochées de la surface du sol, de telle sorte que les câbles $f\,c$ et $c\,j$ frottent à terre sur presque toute leur longueur. Par contre, nous supposons que dans les autres portions, de, ef, hi et ij, les câbles sont soutenus par des poulies-supports; de d en a et de h en b les câbles ne frottent pas à terre.

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 7.

(2) Page 101, Bulletin de juillet 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si la charrue c (fig. 22), appelée par le treuil a par exemple, exige une traction de 1 000 kilogrammes, le câble fc doit lui fournir, en plus de ces 1 000 kilogrammes, ce qui est nécessaire pour dérouler l'autre câble, pour les poulies j, i et h, et pour vaincre la résistance au déroulement du treuil b serré par le frein.

Le travail mécanique à fournir au treuil moteur, a par exemple (fig. 22), en kilo-

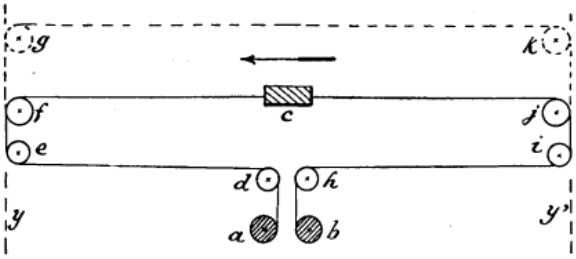


Fig. 22. — Principe d'un chantier de labourage du système dit roundabout.

grammètres par mètre d'avancement de la charrue se calcule de la façon suivante (nous supposons que les câbles sont déviés d'un angle droit sur chacune des poulies du système).

	kilogrammètres.	
Résistance opposée :		
Par le treuil b (fig. 22) qui laisse dérouler le câble	60	
Par la poulie h [3,2 + 0,075 (60)]	7,7	
Par le câble hi [200 × 0,15]	30,0	
(60 + 7,7 + 30 = 97,7).		
Par la poulie i [3,2 + 0,075 (97,7)]	10,5	
Par le câble ij [50 × 0,15]	7,5	
(97,7 + 10,5 + 7,5 = 115,7).		
Par la poulie j [3,2 + 0,075 (115,7)]	11,9	
Par le câble jc traînant à terre [200 × 0,31]	62,0	
Total des résistances derrière la charrue		189,6
Charrue		1 000,0
(La traction du câble d'appel, devant la charrue, doit être de 1 189k,6.)		
Résistance opposée :		
Par le câble cf traînant à terre [200 × 0,31]	62,0	
(La traction en f, sur le câble, est de 1 189,6 + 62 = 1 251k,6.)		
Par la poulie f [3,2 + 0,075 (1 251,6)]	97,1	
Par le câble fe [50 × 0,15]	7,5	
(1 251,6 + 97,1 + 7,5 = 1 356,2).		
Par la poulie e [3,2 + 0,075 (1 356,2)]	104,9	
Par le câble ed [200 × 0,15]	30,0	
(1 356,2 + 104,9 + 30 = 1 491k,1).		
Par la poulie d [3,2 + 0,075 (1 491,1)]	115,0	
(1 491,1 + 115 = 1 606,1).		
Treuil a : travail utile	26,4	29,2
— résistances passives	2,8	
		445,7
Total		1 635,3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Récapitulation. — Dans les conditions comparables précédentes, pour fournir une traction utile de 1 000 kilogrammes à la charrue, il faut donner au treuil un travail mécanique utile variable suivant les systèmes :

Système.	Kilogrammètres utiles par mètre d'avancement de la charrue.
1° Tracteur-treuil (fig. 20)	1 026
2° Système à deux locomotives-treuils (fig. 21)	1 167
3° Système roundabout (fig. 22)	1 635

La transmission du mouvement entre le moteur et le treuil a un rendement qu'on peut admettre de 80 p. 100 dans les trois systèmes. De sorte que si la charrue, à la vitesse d'un mètre par seconde, emploie un travail utile de 1 000 kilogrammètres par seconde, le travail que doit fournir le moteur serait, en négligeant les décimales :

Système.	Puissance du moteur en kilogrammètres par seconde.	Rendement mécanique final.
1° Tracteur-treuil (fig. 20)	1 282	78,0 p. 100
2° Système à deux locomotives-treuils (fig. 21)	1 458	68,5 —
3° Système roundabout (fig. 22)	2 043	48,9 —

Dans nos essais du Plessis (1) sur un appareil du type roundabout nous avons obtenu un rendement mécanique final de 61 p. 100, mais avec une charrue n'exigeant qu'une traction de 512 à 597 kilogrammes et se déplaçant avec une vitesse de $0^m,53$ à $0^m,71$ par seconde, tandis que dans les calculs ci-dessus, nous admettons à la charrue une traction moyenne de 1 000 kilogrammes et une vitesse d'un mètre par seconde. Le système dit roundabout n'est donc pas favorable pour les travaux exigeant une grande puissance, par suite des pressions et des résistances élevées qui se manifestent sur les diverses parties du mécanisme de transmission.

* * *

Nous avons eu l'occasion de montrer (2) que le moteur d'un système de culture mécanique doit pouvoir développer au maximum la puissance moyenne nécessaire à la machine de culture, multipliée par le coefficient 1,75.

Nous pouvons donc calculer la puissance des moteurs des exemples précédents, en kilogrammètres par seconde et en chevaux-vapeur, lorsque la charrue, en se déplaçant avec une vitesse d'un mètre par seconde, exige une traction moyenne de 1 000 kilogrammes :

Système.	Puissance du moteur	
	en kilogrammètres par seconde.	en chevaux-vapeur.
1° Tracteur-treuil (fig. 20)	2 243	29,9
2° Système à deux locomotives-treuils (fig. 21)	2 551	34,0
3° Système roundabout (fig. 22)	3 575	47,6

(1) Page 645, Bulletin de novembre 1913.
(2) *Culture mécanique*, t. I, p. 89.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chiffres, intéressants en ce sens qu'ils sont applicables aux mêmes ouvrages pratiquement effectués par la charrue, montrent l'économie du premier système, qui ne comporte qu'un seul moteur de 30 à 35 chevaux, sur le second qui doit en avoir deux de 35 à 40 chevaux chacun travaillant alternativement, et sur le troisième qui n'aurait qu'un seul moteur de 50 chevaux.

Ajoutons que les chiffres ci-dessus se vérifient en pratique : dans nos essais du système roundabout, au Plessis, la charrue prenait à peu près le tiers de ce que nous avons supposé dans nos calculs précités, et le moteur employé pouvait fournir près de 16 chevaux-vapeur (soit 9 chevaux en travail moyen).

Dans les systèmes à deux locomotives-treuils exerçant une traction moyenne de 3 000 kilogrammes à la charrue, le moteur à vapeur peut développer dans les 100 à 120 chevaux-vapeur.

En résumé, jusqu'à ce que d'autres coefficients soient fournis par de nouvelles recherches, nous pouvons pratiquement tabler sur ceux qui résultent de nos expériences.

La Culture mécanique à Neuvillette [1],

par M. Henry Sagnier.

La série des essais contrôlés de culture mécanique organisés par le Ministère de l'Agriculture a été reprise, pour le printemps, à Grignon, dans les derniers jours du mois de mars. Ces essais se sont poursuivis en avril, sur la ferme de Neuvillette, appartenant à M. Henri Remy, président de la Société des agriculteurs de l'Oise.

La méthode suivie est la même que celle adoptée dans les essais de l'automne. Les constructeurs règlent et dirigent leurs appareils comme ils l'entendent : des commissaires placés sous la direction de M. Coupan, répétiteur à l'Institut national agronomique, surveillent le travail et en enregistrent tous les incidents, ainsi que la profondeur du labour, les surfaces labourées, la consommation du combustible, les arrêts, etc.

Un vaste champ, d'une étendue de 12 hectares, a été mis par M. Remy à la disposition des Commissaires généraux. La surface en est à peu près horizontale, avec quelques légères déclivités; le sol est constitué par une terre douce, argilo-siliceuse, assez profonde, en état moyen d'humidité. Le travail à exécuter est le dernier labour préparatoire avant le semis de betteraves de distillerie. Le temps est propice; le soleil brille, mais un vent assez vif tend à dessécher assez rapidement la surface; c'est pourquoi M. Remy a pris la précaution de faire suivre immédiatement le labour par un hersage exécuté avec les attelages de la ferme.

Trois appareils prennent part à ces essais : le tracteur-treuil de *Bajac*, la charrue-automobile *Stock* et le tracteur *CIMA*. Le champ a été divisé en trois lots de 4 hectares chacun, chaque appareil ayant un lot à labourer. Les rayages sont longs de 380 mètres environ; ils sont propices à un travail régulier.

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, n° 17, 23 avril 1914, p. 535.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'y a pas à revenir sur la description de ces appareils qui a été donnée; signalons seulement les points particuliers que nous avons pu noter sur place.

Au tracteur-treuil de Bajac est attelée une charrue-balance à trois raies. Le labour s'exécute très régulièrement, en deux bonds pour chaque raie, le câble ayant une longueur de 200 mètres. Pendant une partie du travail, cette charrue a été remplacée par une charrue-balance à deux raies travaillant à 20 centimètres, avec socs fouilleurs descendant à 10 centimètres; le fouillage a été exécuté aussi régulièrement qu'on l'avait vu faire à Trappes à l'automne 1913.

La charrue-automobile Stock marche aussi avec régularité; mais, à raison de la forme de ses versoirs et d'une sorte d'instabilité dans l'appareil de labourage, la bande de terre ne paraît pas toujours retournée avec l'uniformité qu'on recherche avec raison.

Quant au tracteur CIMA, le *Titan*, dont le poids est de nature à effrayer au premier abord, il exécute à Neuvillette un labour très régulier. Il est vrai qu'à la charrue américaine habituellement annexée à cet appareil, a été substituée une charrue-balance Amiot, dont la bonne disposition assure un travail tout à fait normal.

En résumé, au point de vue de l'exécution du travail, les essais de Neuvillette donnent une excellente impression; il reste, bien entendu, à en dégager le prix de revient.

Je ne saurais terminer sans dire quelques mots sur la ferme de Neuvillette. Cette exploitation, que M. Remy cultive depuis 1880, a été agrandie et transformée par une habile et persévérante direction. De 120 hectares à l'origine, l'étendue cultivée s'étend actuellement sur 750 hectares dont 300 hectares environ en prairies. Assainissement et transformation de marais, élevage du cheval de pur sang avec 35 poulinières, entretien d'un troupeau de 150 vaches laitières, distillerie de betteraves, construction d'habitations saines et agréables pour les ouvriers de la ferme, forment un ensemble qui fait honneur à cet habile agriculteur.

Tracteur Marshall.

Les différents types de tracteurs Marshall, de Gainsborough, à moteur à explosions (fig. 23), peuvent être utilisés soit pour les travaux de culture, soit pour le déplacement de trains sur route. Suivant qu'il s'agit d'effectuer des labours ou, au contraire, d'employer le tracteur comme routière, des détails font différer les machines; les caractéristiques données dans le tableau suivant restent cependant les mêmes pour les 2 types qui sont établis de 35 et de 70 chevaux.

Puissance maximum (chevaux-vapeur)		35	70
Nombre de cylindres		2	4
Alésage (millimètres)		177	177
Course (millimètres)		177	177
Nombre de tours par minute		800	800
Roues motrices.	Diamètre (mètres)	1,95	1,95
	Largeur (centimètres)	45,7	60,8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Roues directrices.	Diamètre (mètres)	1,35	1,35
	Largeur (centimètres)	22,8	30,4
Longueur totale du tracteur (mètres)		4,86	5,67
Largeur totale du tracteur (mètres)		2,30	2,65
Hauteur totale au sommet de la cheminée (mètres)		3,65	3,71
Poids du tracteur vide (kilogs)		7 600	10 400
Poids du tracteur en ordre de marche (kilogs)		8 100	11 200
Diamètre de la poulie de commande d'appareils fixes (centimètres)		60,9	68,6
Largeur de limbe de la poulie (millimètres)		177	254
Nombre de tours de la poulie par minute		350	350

La vitesse du tracteur est calculée à $3^{km},600$ à l'heure, mais les types de routières comportent en plus une vitesse de $6^{km},400$. Ces derniers sont munis en outre d'un

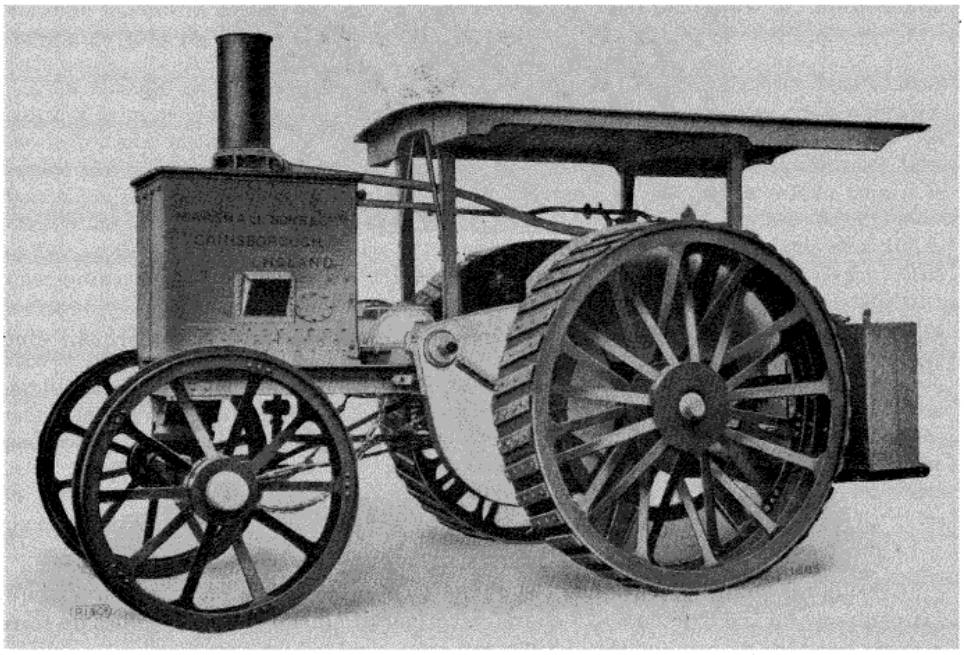


Fig. 23. — Tracteur Marshall.

treuil pouvant enrouler 50 ou 100 mètres de câble, capable d'effectuer une traction parallèlement à l'axe longitudinal de la machine et à l'arrière. Le diamètre du câble d'acier pour le type de 35 chevaux est de 16 millimètres et celui pour le type de 70 chevaux est de 19 millimètres.

On peut adapter aux roues motrices des cercles de 23 centimètres de largeur afin d'augmenter la largeur et par suite l'adhérence de celles-ci. — Les roues motrices sont munies de fortes cannelures assurant l'adhérence et les roues directrices d'un boudin pour la direction.

Le réservoir à combustible, placé à l'arrière et sur la plate-forme où se tient le mécanicien, peut contenir 135 litres pour le type de 35 chevaux et 270 litres pour celui de 70 chevaux (Nafta-Petrol).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La circulation d'eau dans le radiateur et autour des cylindres est assurée par une petite pompe centrifuge.

D'après le constructeur on aurait obtenu en République Argentine, avec un tracteur de 60-70 chevaux, les résultats suivants sur un sol encore peu travaillé et

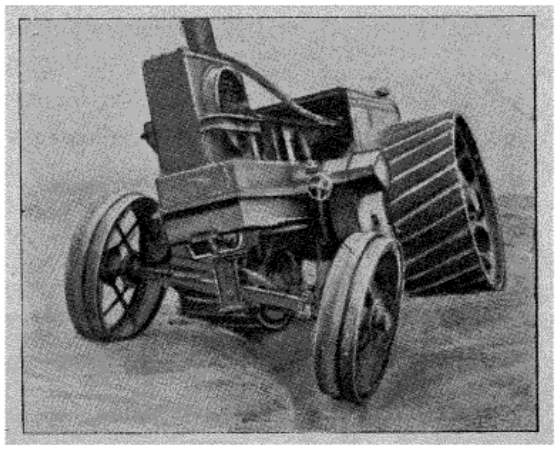


Fig. 24. — Vue avant du tracteur Marshall franchissant une dépression.

recouvert d'herbe atteignant 90 centimètres de hauteur; le tracteur remorquait cinq charrues à trois disques chacune.

Diamètre des disques (millimètres)	610
Profondeur moyenne du labour (centimètres).	12,7
Largeur du labour (mètres)	4,57
Vitesse du tracteur (kilomètres par heure).	4,1
Surface maximum travaillée en une heure (ares). . .	187
Consommation de pétrole par hectare (litres)	12,21

Ces chiffres nous donnent une consommation d'environ 23 litres par heure, ce qui est peu pour un tracteur de 60-70 chevaux. On aurait ainsi 104 mètres cubes de terre remuée par litre de combustible, chiffre qui nous semble bien trop élevé.

L'appareil peut servir également pour actionner les machines d'intérieur de ferme, en particulier les batteuses. Il est utilisé également pour la moisson et peut remorquer trois moissonneuses-lieuses.

Nous pouvons signaler que le bâti de la machine repose sur trois points seulement : à cet effet l'avant porte sur un ressort à lames placé parallèlement et au-dessus de l'essieu avant (fig. 24). Ce dispositif, très recommandable, permet aux deux essieux de prendre une grande obliquité l'un par rapport à l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laboureuse rotative de P. Faure,

par M. Fernand de Condé, Ingénieur agronome.

Plusieurs tentatives ont déjà été faites pour travailler la terre au moyen d'outils animés d'un mouvement de rotation dans le plan horizontal, les outils étant fixés à l'extrémité inférieure d'un axe vertical entraîné par le moteur.

Au point de vue historique, il faut citer la machine de P. Faure, de Limoges; elle fut exposée au Concours régional agricole de Limoges, en 1886, où M. Ringelmann nous a dit plusieurs fois l'avoir fait fonctionner sur un grand emplacement qu'il lui avait réservé sur le Champ de Foire de Limoges où était installé le Concours; la machine labourait le sol dur et fortement tassé. Dans son Cours, M. Ringelmann résume de la façon suivante le système Faure :

« Un véhicule se déplaçant parallèlement au rayage, et avançant dans un sens et dans l'autre à la façon d'une locomotive, porte les pièces travaillantes rotatives... La puissance nécessaire aux mouvements du véhicule (roues motrices et pièces travaillantes) lui est fournie par un moteur (locomobile à vapeur) placé sur la fourrière, et la transmission télédynamique s'effectue par un câble en chanvre animé d'une grande vitesse linéaire suivant le principe des transmissions imaginées par Hirn, et dont on a eu des applications dans le locomoteur Agudio, employé vers 1873 ou 1874 sur le chemin de fer du Mont-Cenis longeant la route nationale entre Saint-Michel et Suze, avec des rampes de 0,084 (ce chemin de fer reliait la France à l'Italie avant l'ouverture du tunnel). Une autre application des câbles télédynamiques se trouve dans l'appareil de labourage à vapeur du système Fisken (essayé en Angleterre en 1871). Mais, dans le système Faure, il faut que le câble de transmission soit déplacé parallèlement à lui-même à chaque rayage; aussi, la locomobile qui entraîne le câble, et la poulie de renvoi disposée sur la fourrière opposée, sont déplacées à chaque rayage d'une quantité égale à la largeur travaillée par les pièces rotatives... La machine avait été combinée par M. Faure pour les grandes cultures de canne à sucre; d'ailleurs, M. Faure avait inventé ou perfectionné beaucoup le matériel des sucreries, celui de l'extraction des fibres des plantes textiles tropicales et, dans un autre ordre d'idées, le matériel employé dans les fabriques de porcelaine. »

Les dessins qui accompagnent notre étude descriptive ont été faits d'après les plans originaux qui nous ont été communiqués très aimablement par le fils de l'inventeur, M. A. Faure, ingénieur-constructeur à Limoges; nous avons intentionnellement laissé de côté les détails de la construction afin de ne donner que le principe du système.

***

La machine Faure comporte trois genres de pièces travaillantes (fig. 25, 26) : des dents *d*, analogues à des dents de scarificateur, des corps de charrue *c*, et une pièce K animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe vertical *r* et qui caractérise le système.

La partie active de la pièce travaillante K est une lame fortement concave de *a* en *b* (fig. 28) et supportée par une partie *c* qui la relie à son axe *y*. En tournant dans le sens de la flèche *v*, autour de l'axe vertical *r*, cette lame *ab* agit à la façon d'un versoir qui serait animé d'un mouvement circulaire au lieu d'être animé d'un mouvement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

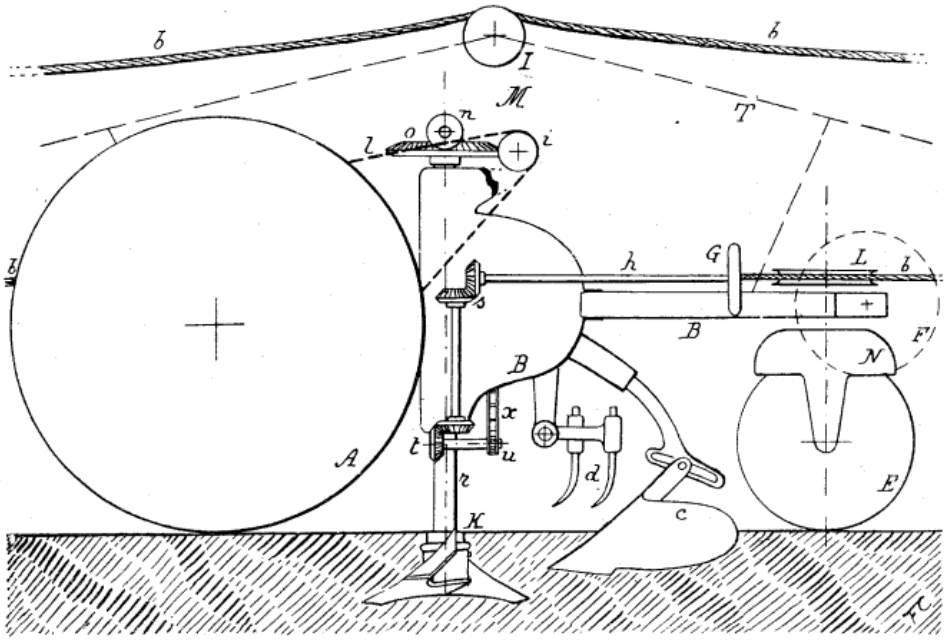


Fig. 25. — Laboureuse rotative Faure. — Vue en long.

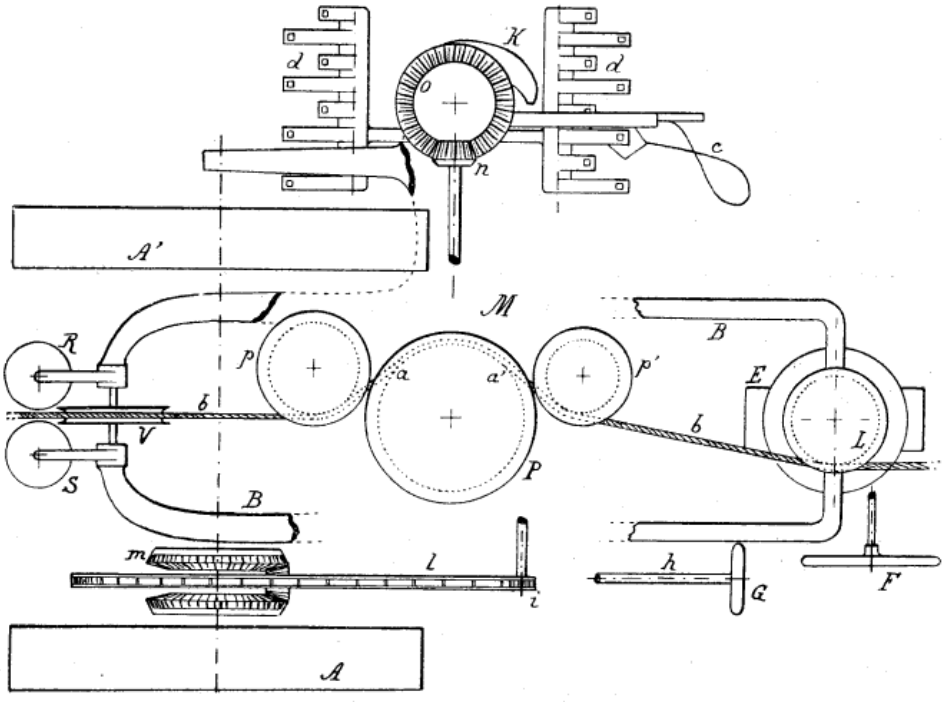


Fig. 26. — Laboureuse rotative Faure. — Plan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rectiligne comme dans nos charrues ordinaires tirées par un attelage ou par un câble. Comme l'ensemble se déplace suivant la flèche *f*, la trajectoire est, en plan, une cycloïde allongée. La pièce est symétrique par rapport à l'axe vertical *y*, c'est-à-dire qu'il y a deux lames *ab* diamétralement opposées.

* * *

Ainsi que l'indique la vue générale du chantier (fig. 29), on dispose sur l'une des fourrières *y* du terrain à labourer une locomobile M montée sur un chariot S qui peut se déplacer parallèlement à la rive du champ suivant la flèche *f*. Sur l'autre

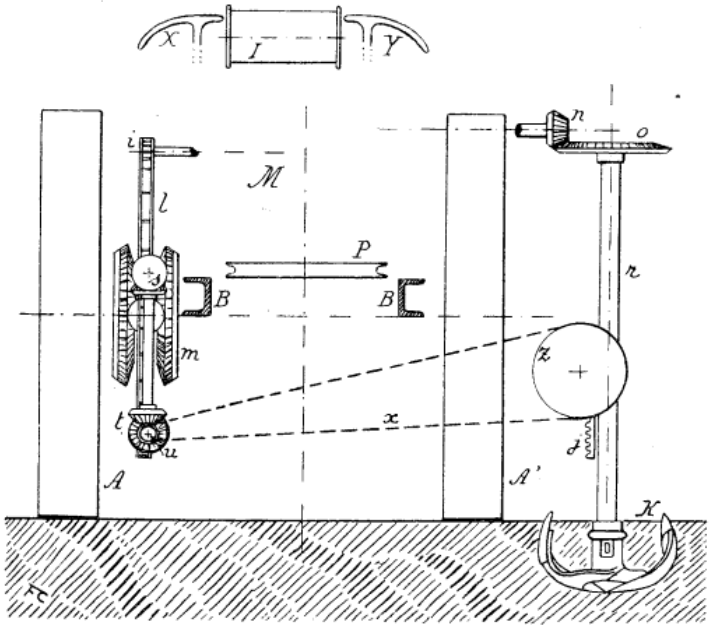


Fig. 27. — Laboureuse rotative Faure. — Coupe en travers.

fourrière *y'* se trouve un chariot-ancre A, pouvant se déplacer suivant *f'*. Un câble *b* passe sur la poulie *v* de la locomobile et sur la poulie *v'* du chariot-ancre A. Ce câble en chanvre, animé d'une grande vitesse, va communiquer le mouvement à la machine laboureuse D qui se déplace alternativement dans les sens *m* et *n* sur le guéret G.

* * *

La machine (fig. 26) porte une poulie P, à gorge profonde, sur laquelle passe le câble *b* qui embrasse la poulie P suivant une certaine portion de sa périphérie ; ce contact et l'adhérence sont obtenus au moyen de deux galets latéraux *p* et *p'*, et l'on a intérêt à augmenter le plus possible l'arc de cercle *aa'* ; par suite de son mouvement, le câble *b* entraîne la poulie P qui commande tout le mécanisme de l'appareil. Les différentes transmissions qui partent de la poulie P n'ont pas été représentées sur les figures 25, 26 et 27 ; elles consistent en engrenages droits et engrenages cônes et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont logées en M; il n'a été représenté que le dernier terme de chacune de ces diverses transmissions.

La poulie P transmet son mouvement : 1° au pignon i qui, par la chaîne l, commande les roues A et A′ par l'intermédiaire d'un différentiel m; les roues, dont la jante est garnie de fers faisant saillie pour augmenter l'adhérence, deviennent donc roues motrices faisant avancer la machine dans un sens ou dans l'autre; — 2° au pignon cône n, qui actionne la roue o; celle-ci est calée sur l'arbre vertical r portant les outils K qui reçoivent ainsi leur mouvement de rotation.

Le bâti B est relié à un avant-train N comportant la roue directrice E; le volant F,

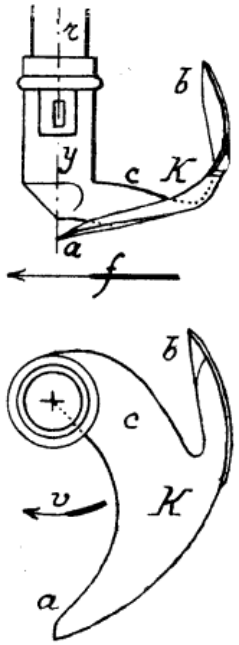


Fig. 28. — Outil rotatif de la laboureuse Faure. — Élévation et plan.

manœuvré par un ouvrier, sert à assurer cette direction et agit sur la roue E par une vis sans fin et une roue dentée.

Le volant G actionne l'arbre h, les deux jeux de pignons cônes s et t qui commandent à leur tour le pignon u; celui-ci, par la chaîne x, agit sur la roue Z qui est calée sur le même arbre qu'un pignon denté engrenant avec la crémaillère j, solidaire elle-même du bâti de l'arbre r porte-outil; en agissant sur le volant G, le laboureur peut donc faire monter ou descendre l'outil K et modifier ainsi la profondeur du travail.

Le câble b (fig. 25, 26) est guidé à une extrémité de la machine par la poulie horizontale L; à l'autre extrémité il est supporté par la poulie V et est guidé latéralement par les deux galets R et S.

A sa partie supérieure, la machine comporte un tambour horizontal I (fig. 25, 27) sur lequel passe le brin supérieur du câble; les joues de ce cylindre I doivent être suffisamment grandes pour empêcher le câble de tomber; c'est ce qui existait d'ail-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leurs dans le modèle qui a été exécuté ; X et Y (fig. 27) sont deux pièces courbes latérales, fixes, protégeant le mécanisme M de la chute possible du câble.

Un toit T (fig. 25) complète la construction.

***

On voit (fig. 29) que la machine comportant deux séries de versoirs c et c' peut travailler dans les deux sens m et n ; le câble marchant toujours dans le même sens, il existe à cet effet un pignon intermédiaire permettant de changer le sens de rotation des roues motrices, mais le sens de rotation de la pièce travaillante K ne change pas.

La pièce K travaille dans une terre non remuée et immédiatement avant les dents et les corps de charrue ; ceux-ci agissent donc dans une terre fortement malaxée.

Les roues A et A′ (fig. 27) roulent toujours sur le guéret G (fig. 29), L représentant le labour.

Entre le chariot A (fig. 29) et la locomobile M on peut disposer des chariots-sup-

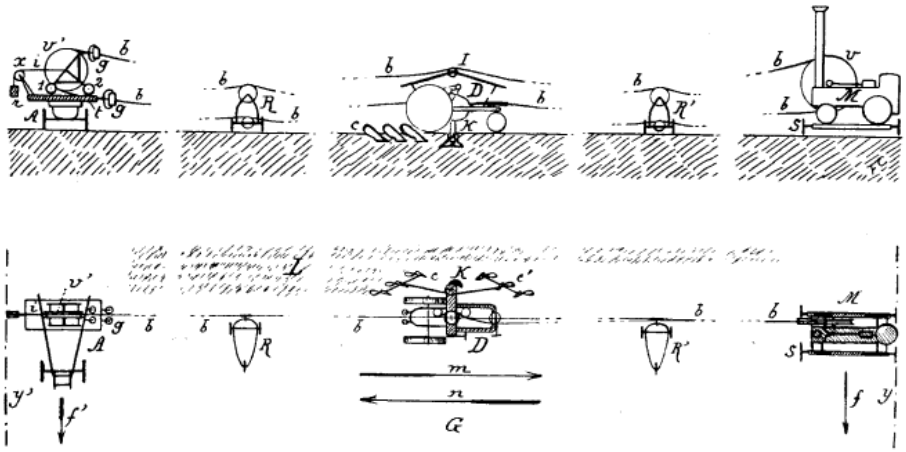


Fig. 29. — Principe, en élévation et en plan, du chantier de labourage avec la machine Faure.

ports R, R′, comportant chacun une poulie haute et une poulie basse soutenant les deux brins du câble, afin que ce dernier ne s'use pas en frottant sur la terre, et dans le but également de diminuer la traction.

Pour assurer la tension du câble b (fig. 29), le chariot A est muni du dispositif suivant : le volant v' est monté sur un bâti supporté par les galets 1 et 2 ; l'ensemble du bâti est donc susceptible de rouler sur la table t du chariot A ; la traction sur le câble b est exercée par un poids r agissant par l'intermédiaire du câble i passant sur une poulie de renvoi x ; on voit en g des galets destinés à guider le câble b, avant et après son passage sur la poulie v'.

Lorsque la laboureuse D (fig. 29) arrive à chaque extrémité du rayage, on déplace la locomobile M et le chariot A suivant les flèches f et f' au moyen de petits treuils montés sur les chariots A et S, et sur chacun desquels on enroule une chaîne ou un câble dont l'extrémité est maintenue par un point fixe implanté dans la fourrière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conclusions des Essais de Klein-Wanzleben.

Nous avons donné précédemment (1) les principaux résultats constatés aux essais de Klein-Wanzleben; le Rapport officiel ajoute les conclusions qui sont résumées ci-après.

Système à câble : *Frederich Kuers* (Tegel, près Berlin). — Système à deux treuils et à câble. Les treuils (Ergomobile) sont automobiles. Chaque moteur développe 24 chevaux environ à 360 tours. Le poids de chaque machine est de 7 940 kg, dont 5 560 sur l'essieu arrière. L'ensemble, avec 450 mètres de câble, coûte 26 875 francs.

Le système à deux treuils, analogue à celui employé dans les appareils de labourage à vapeur, offre l'avantage d'une grande sécurité de fonctionnement; mais il présente deux inconvénients : difficultés de manœuvre et frais d'acquisition très élevés relativement à la quantité de travail effectué. Le système n'est guère utilisable pour d'autres travaux que ceux du labour. Les appareils sont solides, d'un fonctionnement sûr, et probablement très durables, étant donné la petite vitesse des moteurs. La quantité de travail était faible dans l'essai principal et plus grande dans l'épreuve de longue durée; la qualité était bonne.

Tracteurs : *Ihace* (connu chez nous sous le nom de C. I. M. A), de la Deutsche International Harvester Company (Berlin). — Tracteur du type de 60 chevaux. Le moteur fait 370 tours. Le poids de la machine est de 9 040 kg, dont 5 910 sur l'essieu arrière. Dans les sols mous on ajoute aux roues arrière des jantes amovibles, dont le poids est de 692 kg. Le tracteur a une marche arrière. Il coûte 28 750 francs.

Ce système, qui tirait une charrue à 8 raies, présente une grande facilité de manœuvre et peut être aussi utilisé, en dehors du labour, au fauchage et à d'autres travaux agricoles. Sur un sol glissant ou très mouvant, les roues patinent et le tracteur risque de s'arrêter. La vitesse du moteur n'étant pas trop élevée, celui-ci est probablement susceptible d'un long usage. Le travail était très bon comme quantité et qualité.

Universal, de la Universal-Motorpflug Gesellschaft (Munich). — A 740 tours par minute le moteur développe 44 chevaux. Le tracteur pèse 6 685 kg, dont 5 035 sur l'arrière-train. Il possède trois vitesses et une marche arrière; pas de différentiel. Le système, y compris deux charrues, coûte 23 125 francs.

La machine présente les avantages et les inconvénients des tracteurs. De nombreux arrêts furent dus aux détails de construction. Le travail était très bon comme qualité, mais médiocre quant à la quantité. La consommation du combustible était assez élevée.

Caterpillar, de la Compagnie Holt Caterpillar (Budapest). — Moteur d'une puissance de 59 chevaux environ à la vitesse de 500 tours. La machine pèse 9 520 kg, dont 8 200 sur l'arrière-train. Le tracteur seul coûte 30 000 francs.

Le système offre l'avantage d'une forte puissance de traction et, par là, d'une sûreté de fonctionnement relativement grande; il présente par contre deux inconvénients : un

(1) Page 378. Bulletin de mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix d'achat élevé et une certaine difficulté de manœuvre. Le tracteur, d'une construction compliquée, sera probablement sujet à une usure assez rapide. Le travail effectué était très bon comme quantité et qualité.

Gustave Pöhl (Grossnitz, Saxe-Altenbourg). — Deux modèles : le plus grand déplaçait une charrue à six raies ; l'autre une charrue à quatre raies. Le grand modèle pèse 5040 kg (3440 sur l'essieu arrière), le petit 3147 kg (2130 sur l'essieu arrière) Ils possèdent tous deux trois vitesses et une marche arrière. Ils coûtent respectivement 20000 et 16250 francs.

Ces appareils sont des modèles d'essais, destinés aux moyennes exploitations. Les machines ne présentent pas encore un fonctionnement satisfaisant.

Charrues automobiles : *Akra*, de la Aktien-Maschinenfabrik Kyffhäuserhütte. — Poids 9100 kg. Le moteur a une puissance normale de 56 à 58 chevaux et tourne à raison de 730 tours. Les roues motrices ont $2^{m},40$ de diamètre. Le prix est de 25000 francs.

Cette charrue automobile était combinée pour effectuer une grande quantité de travail. Elle ne pourra cependant atteindre ce but que lorsqu'on aura réalisé encore quelques progrès dans la construction.

Société Stock (Berlin). — Poids 5920 kg. dont 5400 sur l'essieu avant. Le moteur développe 43 chevaux à 700 tours La machine comporte une marche arrière. Le prix est de 22500 francs.

La maison Stock est une des premières qui se soient occupées de construire une charrue automobile.

Les avantages de la machine Stock sont : poids total peu élevé et prix d'achat relativement modéré. La sûreté de fonctionnement sur les sols légers est plus grande que pour les tracteurs autres que le Caterpillar. Les détails de construction sont très soignés, mais la grande vitesse du moteur fait supposer qu'il ne sera probablement pas susceptible d'un long service. Le travail était satisfaisant quant à la qualité et bon comme quantité.

W. D; système Wendeler-Dohrn, de la Deutsche Kraftpflug Gesellschaft (Berlin). — Poids 6050 kg, dont 5480 sur le train moteur. A 600 tours le moteur donne 50 chevaux. L'appareil a deux vitesses et une marche arrière et coûte 22500 francs.

Cette charrue automobile est solide et bien construite. Le travail effectué était bon comme qualité et quantité.

Composition du Benzol commercial.

La Commission technique de l'Automobile-Club de France s'est occupée de déterminer la composition du *benzol type* à recommander aussi bien pour les essais de moteurs que pour leur alimentation en travail courant.

Il fut décidé, dans la séance du 26 février 1914, qu'on s'en tiendrait jusqu'à plus ample information à la définition suivante du benzol type :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le **benzol commercial** employé comme combustible dans les moteurs à explosions est un mélange d'hydrocarbures ; il est composé d'environ :

Benzène.	84
Toluène.	15
Xylène	1
Total.	100

Ce mélange est dénommé *benzol à 90 pour cent* lorsque 90 centièmes passent à la distillation à 100° centigrades. — *Il doit être exempt d'acide sulfurique et de tous produits sulfurés ou cyanurés.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

par M. A. SCHUBERT.

Quelques essais de durée avec des aciers rapides (R. POLIAKOFF, *Werkstattstechnik*, 1er février 1914). — Alors que les essais de l'Université de Sheffield dont il sera question plus loin doivent être considérés comme des essais théoriques de laboratoire, les essais entrepris dans le laboratoire de l'École technique supérieure de Moscou sous les auspices d'une Compagnie de chemins de fer russes ont eu pour but de comparer neuf qualités d'acier rapide à outils livrés par trois fournisseurs russes et six étrangers (autrichiens et anglais); ces aciers avaient été payés à peu près le même prix. Les outils ont été fabriqués tous pareils (fig. 1 à 3) avec les plus grandes précautions et en

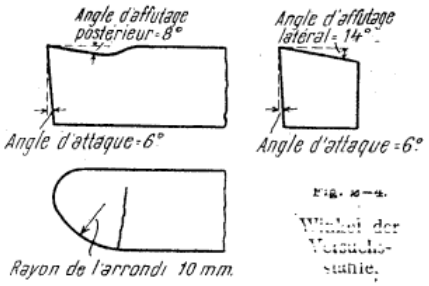


Fig. 1 à 3. — Forme des outils essayés.

suivant scrupuleusement les instructions des fournisseurs au sujet des traitements à faire subir à l'acier. La pièce à travailler était un bloc d'acier à bandages de 300 mm de diamètre et 1,500 m de longueur ayant pour caractéristiques :

$$R = \begin{cases} \text{en long. . . . . } & 88\ \text{kg/mm}^2 \text{ (éprouvettes de 50 mm de long).} \\ \text{en travers . . . . } & 64\ \text{kg/mm}^2 \text{ (éprouvettes de 200 mm de long).} \end{cases}$$

$$A = \begin{cases} \text{en long. . . . . } & 4\ \text{p. 100.} \\ \text{en travers . . . . } & 1{,}58\ \text{p. 100.} \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} \text{en long. . . . . } & 4\ \text{p. 100.} \\ \text{en travers . . . . } & 3{,}2\ \text{p. 100.} \end{cases}$$

dureté au scléroscope de Shore 37-38.

Tous les aciers ont travaillé à la même vitesse, 12 m/min correspondant à la profondeur de coupe de 3,63 mm et à l'avance de 1,41 mm à laquelle l'une des marques choisies a été mise hors d'usage en 20 min environ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau ci-dessous donne les compositions chimiques des marques d'aciers essayées ainsi que le temps au bout duquel les outils ont été mis hors d'usage.

Nos des aciers.	C. p. 100.	Si. p. 100.	Mn. p. 100.	S. p. 100.	Ph. p. 100.	Cr. p. 100.	W. p. 160.	Mo. p. 100.	Va. p. 100.	Ni. p. 100.	Durée de l'outil.
1. . .	0,46	0,15	traces	0,003	0,026	4,24	14,53	»	»	»	21'30''
2. . .	0,49	0,15	»	0,004	0,023	4,64	10,39	»	»	traces	23'20''
3. . .	0,44	0,12	»	0,006	0,026	4,26	14,56	»	»	»	33'35''
4. . .	0,61	0,15	»	0,004	0,035	4,28	16,44	»	»	0,31	46'
5. . .	0,61	0,10	»	0,010	0,023	4,49	14,45	»	»	0,51	48'25''
6. . .	0,51	0,08	»	0,004	0,023	4,49	18,18	1,15	»	traces	50'45''
7. . .	0,58	0,12	»	0,004	0,026	4,99	16,67	»	»	»	55'40'
8. . .	0,43	0,08	»	0,005	0,025	4,64	14,53	»	»	traces	63'17''
9. . .	0,50	0,10	»	0,003	0,020	5,04	18,54	1,56	0,82	traces	120'

On peut tirer de ce tableau des conclusions intéressantes :

1) La teneur en C est faible, d'après Taylor elle doit être comprise entre 0,50 et 0,68 pour que l'acier soit facilement forgeable et peu cassant. Les nouveaux aciers ont des teneurs encore inférieures à la limite inférieure de Taylor.

2) Il n'y a pour ainsi dire pas de manganèse : les anciens aciers avaient une teneur allant jusqu'à 0,30 p. 100 ; mais d'après Taylor elle doit être très faible, car l'acier est alors moins cassant.

3) D'après Taylor la teneur en Si ne doit pas dépasser 15 p. 100, dans le cas présent ce sont les marques contenant le moins de Si qui donnent les meilleurs résultats ; la teneur en Si paraît être l'inverse de la teneur en W.

4) Les teneurs en Ph et S sont assez basses.

5) D'après Taylor les bons aciers doivent contenir 5,5 à 6 p. 100 de Cr et 18 à 19 p. 100 de W.

Les teneurs les plus voisines sont celles des aciers nos 6 et 9.

Mais ces derniers contiennent aussi du Mo et du Va : il serait donc intéressant d'étudier l'influence de ces corps sur la durée de l'outil.

6) De même six de ces nouveaux aciers contiennent du Ni dont on ne connaît pas l'influence sur la durée de l'outil, il serait également intéressant de l'étudier.

Le rendement des outils de tours (M. RIPPER et BURLEY, *Engineering* du 28 novembre 1913). — Le laboratoire des machines-outils de l'Université de Sheffield a entrepris des essais en vue de définir le rendement des outils de tour dans des conditions de travail très diverses ; ces essais ont permis d'étudier l'influence sur le rendement des aciers au carbone et des aciers rapides, de la vitesse S et de la profondeur P de coupe, de la vitesse d'avance F et de la forme de l'outil, des propriétés physiques du métal à travailler et en particulier du rapport de la vitesse à la surface de coupe, cette surface de coupe étant définie : le produit de la profondeur de coupe par l'avance de l'outil par tour.

I. — *Aciers au carbone.*

Leur composition chimique moyenne est la suivante :

Carbone	1,30 p. 100.
Silicium	0,12 —
Manganèse	0,20 —
Soufre	0,02 —
Phosphore	0,01 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces aciers ont la propriété de conserver leur trempe jusqu'à une température de 300°; on a réussi à élever cette limite à 400° par l'addition du tungstène, puis par l'addition du chrome et ensuite du vanadium on a réalisé les aciers dits rapides qui conservent leur trempe à haute température et restent coupants pendant quelque temps même au rouge.

Les outils ont été confectionnés dans des barres de $19 \times 13 \times 152$ mm ; quatre catégories d'aciers W, X, Y, Z ayant des teneurs en carbone de 0,23 à 0,82 p. 100 ont fourni chacune 10 outils exactement semblables ayant la forme réglementaire (fig. 1 à 3). Chaque outil ayant travaillé pendant un temps déterminé à une vitesse déterminée

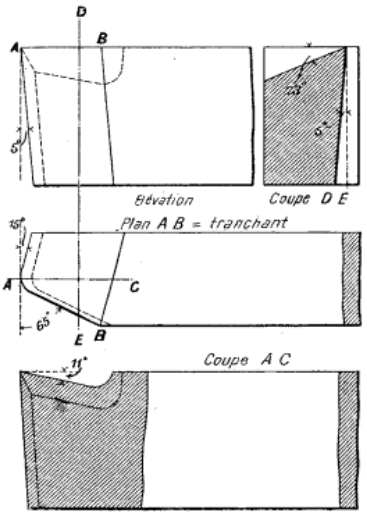


Fig. 1 à 3. — Forme type de l'outil.

et ayant effectué une coupe de surface déterminée a été examiné avec un microscope muni d'un micromètre permettant de mesurer l'usure W ; cette usure a été rapportée à une unité d'usure fixée à 0,127 mm qui est la limite d'usure pratiquement admissible avant qu'il soit nécessaire de réaffûter l'outil. Pour chaque catégorie d'acier : W acier doux, X acier demi-doux, Y acier dur, Z acier très dur, on a tracé une série de courbes analogues à celles de la figure 4 représentant pour diverses vitesses, pour des profondeurs de coupe 0,5, 1,0, 2,0 et 3 mm avec des avances de l'outil de 0,5, 0,75 et 2 mm le nombre d'unités d'usure obtenues en fonction de la durée. Dans tous les cas les outils ont travaillé à sec.

Au moyen de ces courbes, on a tracé les courbes analogues à celles de la figure 5 représentant la vitesse de coupe nécessaire pour obtenir l'unité d'usure en fonction du temps. Ces courbes, qui tendent vers l'horizontale, semblent montrer qu'il existe une vitesse de coupe correspondant à chaque surface de coupe, c'est-à-dire qu'un outil pourra travailler à cette vitesse d'une façon efficace pendant plusieurs heures, mais que si cette vitesse est dépassée de 15 à 25 p. 100, l'outil sera usé très rapidement.

Pour une durée donnée de coupe permettant d'obtenir l'unité d'usure, la vitesse de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coupe est à peu près inversement proportionnelle à la teneur en carbone de l'outil. Lorsque, pour une même barre, la vitesse de coupe S augmente, le temps nécessaire pour obtenir l'unité d'usure M diminue suivant la formule :

$$M = \frac{K}{S^5}$$

la constante K dépend de la composition du métal de l'outil ou de la pièce à travailler et de la surface de coupe.

Pour chaque surface de coupe A, il existe une certaine vitesse de coupe S permettant d'obtenir l'unité d'usure en un temps donné soit 60 min. On a trouvé :

$$S = \frac{H}{\sqrt{A}}$$

la constante H dépend de la composition du métal de l'outil. On a tracé ensuite les

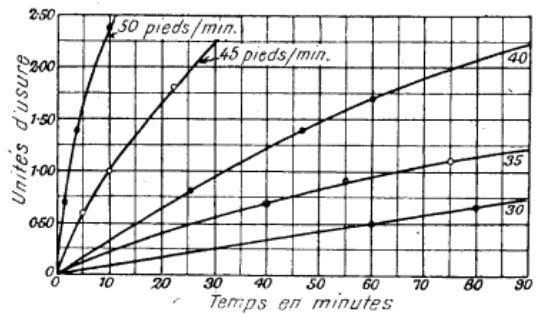


Fig. 4. — Courbes de l'usure en fonction du temps pour une barre d'acier doux, la profondeur de coupe étant de 0,5 mm, l'avance de 0,7 mm.

courbes de rendement, c'est-à-dire du poids du métal découpé par heure en fonction du produit de la surface de coupe par la vitesse de coupe pour chaque catégorie d'acier;

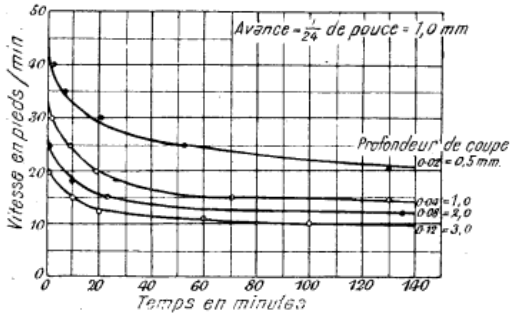


Fig. 5. — Courbes de la vitesse de coupe en fonction du temps réalisant l'unité d'usure (acier doux).

on voit que pour une vitesse de coupe donnée et la surface de coupe correspondante usant l'outil en 60 min, le poids du métal découpé par l'outil en acier doux est plus grand que par l'outil en acier dur; en d'autres termes, une coupe profonde à une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse correspondante faible est plus avantageuse qu'une coupe légère à une vitesse correspondante plus élevée.

La relation entre la résistance à la traction T du métal à découper et les vitesses de coupe S pour quatre différentes surfaces de coupe A, la vitesse correspondant à la surface de façon à obtenir l'unité d'usure en 60 min, est la suivante :

$$S = \frac{(67 - T)\,0{,}0185}{\sqrt{A}}$$

S est en pieds par min, T en tonnes par pouce carré, A en pouces carrés.

Pour une profondeur de coupe déterminée, les vitesses de coupe sont proportionnelles à la longueur du tranchant, c'est-à-dire qu'on obtient un meilleur rendement lorsque la longueur du tranchant augmente, les angles restant les mêmes.

En résumé :

1) L'usure du tranchant est plus rapide à une vitesse élevée qu'à une vitesse faible pour une surface de coupe et une forme d'outil déterminées.

2) Admettant une unité d'usure de 0,127 mm, la vitesse de coupe produisant cette usure pour une surface de coupe donnée est inversement proportionnelle à la cinquième puissance de la durée de l'outil, cette durée étant comprise entre 10 et 100 min.

3) Au delà de 100 min la courbe de durée tend à devenir horizontale, c'est-à-dire qu'il existe pour chaque cas une vitesse de coupe définie au-dessous de laquelle la durée de l'outil est pratiquement infinie.

4) En admettant que l'unité d'usure soit atteinte en 60 min, à chaque vitesse correspond une surface de coupe déterminée.

5) L'influence de la profondeur de coupe sur la vitesse de coupe est exactement la même que sur celle de l'avance de l'outil.

6) Les variations de la vitesse de coupe ne sont pas dans le même rapport que les surfaces de coupe.

7) La vitesse de coupe correspondant à chaque surface de coupe dépend de la dureté du métal à travailler.

8) Pour une surface de coupe donnée et sa vitesse correspondante, le rendement de l'outil est inversement proportionnel à la résistance à la traction du métal à travailler.

9) Le rendement de l'outil est bien meilleur lorsque la surface de coupe correspond à une vitesse faible.

10) La durée d'un outil augmente avec la longueur de son tranchant, toutes choses égales d'ailleurs.

II. *Aciers rapides.*

Les essais avec les aciers rapides ont été conduits de la même façon et ont porté sur trois catégories : A doux, B demi-dur, C dur. La mesure de l'usure n'a pas été faite au microscope, car, avec l'acier rapide, il est possible de déterminer nettement l'instant où il cesse de couper, ou bien où il casse. L'usure unitaire a également été rapportée à une durée de coupe de 60 minutes. La mise hors d'usage de l'acier rapide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

provient le plus souvent de la fusion du tranchant, sous l'effet de la chaleur développée par le frottement du copeau sur la face supérieure de l'outil et du frottement de la face inférieure de l'outil sur la pièce.

Les profondeurs de coupe ont été de 0,8, 1,6, 3,2 m, avec des avances par tour de 3,2, 2,0, 1,3 et 0,8 mm. Les essais ont permis de tracer les courbes analogues à celles que l'on avait obtenues avec l'acier au carbone; ces courbes ont, bien entendu, la même allure, mais leurs ordonnées sont beaucoup plus grandes; on constate de même que si la surface de coupe et la vitesse de coupe correspondantes sont réduites à un taux modéré permettant à l'outil d'atteindre une durée de 40 à 50 minutes, la courbe de durée se rapproche de l'horizontale, c'est-à-dire que l'outil continue à couper pendant un temps indéfini plus ou moins long.

Pour une surface de coupe donnée et des durées comprises entre 10 et 60 minutes, la vitesse de coupe S et la durée de l'outil en minutes sont liées par la formule approchée :

$$S \times M^{\frac{1}{12}} = \text{const.}$$

La valeur de la constante dépend de la qualité du métal à travailler et de la surface de coupe.

Taylor avait trouvé :

$$S \times M^{\frac{1}{8}} = \text{const.}$$

Contrairement aux conclusions de Nicholson et d'accord avec celles de Taylor, on a trouvé que la vitesse de coupe dépend non seulement de la surface de coupe, mais encore de la profondeur de coupe et de l'avance de l'outil par tour.

On a trouvé la formule :

$$S = \frac{K_1}{F^{\frac{2}{3}}} - (K_2 - K_3 F)\, P$$

dans laquelle :

S est la vitesse de coupe,

F l'avance de l'outil par tour,

P la profondeur de coupe,

$K_1\, K_2\, K_3$ des constantes dont la valeur dépend du métal à travailler.

Le rendement unitaire a été défini dans ces essais comme étant le volume de métal découpé pendant l'unité de durée de l'outil, c'est-à-dire en adoptant des vitesses et des profondeurs de coupe telles que l'outil se brise au bout de 60 minutes.

Pour une surface de coupe donnée, le rendement de l'outil diminue lorsque la profondeur de coupe diminue et que l'avance augmente proportionnellement.

La vitesse de coupe S dépend de la résistance à la traction T du métal à travailler d'après la formule :

$$S = \frac{K}{F^{\frac{2}{3}} \times P^{\frac{1}{3}}}$$

avec

$$K = (65 - T)\, 0{,}207$$

On voit que l'influence de la profondeur de coupe sur la valeur de S n'est pas la même que celle de l'avance ; cela veut dire que, pour une surface de coupe donnée, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut adopter à rendement égal une vitesse de coupe plus grande lorsque la coupe est profonde et l'avance faible que dans le cas inverse.

Si, par exemple, on double la surface de coupe en doublant la profondeur, la nouvelle vitesse S, sera :

$$S_1 = 0{,}7938\ S$$

tandis que, si on la double en doublant l'avance, on trouvera :

$$S_2 = 0{,}6299\ S.$$

C'est-à-dire que la vitesse correspondant à une profondeur double sera de 26 p.100 supérieure à la vitesse correspondant à une avance double.

$A = FP$, étant la surface de coupe, on voit que pour une surface donnée, on peut écrire :

$$S = \frac{K'}{P^{\frac{1}{3}}}$$

K′ étant une constante qui dépend de la résistance à la traction du métal à travailler.

Au sujet de la forme du tranchant, on trouve les mêmes conclusions que pour l'acier au carbone.

La figure 6 représente les courbes de rendement en fonction de la surface de coupe

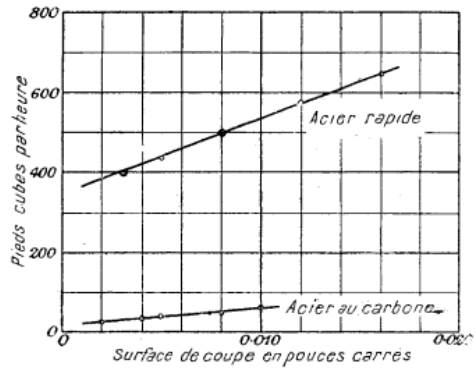


Fig. 6. — Courbes de rendements de l'acier rapide et de l'acier au carbone en fonction de la surface de coupe.

obtenues avec l'acier au carbone et l'acier rapide, la vitesse de coupe étant de 24 m/min pour l'acier rapide et de 2,5 m/min pour l'acier au carbone, la résistance à la traction du métal à travailler étant de 38,7 kg/mm².

D'autres essais ont été faits pour déterminer l'influence sur le rendement de la section de la barre servant à confectionner l'outil; on a essayé des barres de section carrée de 12,7, 19,0, 25, 31,7 mm, de côté et des barres de section rectangulaire de 19,0 × 12,7 soit les barres réglementaires employées pour tous les autres essais. On a trouvé que le rapport entre la profondeur de coupe P (l'avance et la vitesse restant constantes) et la section Q de la barre satisfait à la relation :

$$P = \text{const.} \times \sqrt{Q}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme l'avance F et la vitesse S sont considérées comme constantes, P est proportionnel au rendement R et on a :

$$R = \text{const.} \times \sqrt{Q}.$$

On a également déterminé par des lectures au voltmètre et à l'ampèremètre la puissance absorbée par le fonctionnement de l'outil en fonction du volume de métal découpé. On a trouvé que la puissance nécessaire pour découper un volume donné de métal par heure est constante pour chaque qualité de métal travaillé, c'est-à-dire que le rendement par chv/h est pratiquement constant; il y a encore lieu de remarquer que le volume découpé par chv/h dépend de la dureté du métal à travailler.

En résumé pour les aciers rapides :

1) On peut définir exactement le point de rupture d'un acier rapide.

2) Plus la vitesse de coupe est grande, plus la durée de l'outil est faible et inversement.

3) Lorsque la vitesse de coupe est grande, la coupe doit être faible et inversement, si l'on veut que la durée de l'outil atteigne une valeur raisonnable.

4) Pour l'unité de durée de l'outil, il existe une vitesse de coupe correspondant à chaque surface de coupe définie par le produit de l'avance de l'outil par la profondeur de coupe.

5) Lorsque la surface de coupe est constante, on peut adopter une vitesse de coupe plus grande dans le cas où la profondeur est grande et l'avance faible que dans le cas contraire.

6) Pour l'unité de durée de l'outil, le rendement est plus grand, lorsque la surface de coupe correspond à une vitesse faible.

7) La vitesse de coupe correspondant à une surface de coupe déterminée dépend de la qualité du métal à travailler, une faible vitesse correspondant à une grande dureté et inversement.

8) L'outil à long tranchant dure plus longtemps que l'outil à tranchant court (toutes autres conditions égales d'ailleurs).

9) Le volume du métal découpé par chv/h est constant pour chaque qualité de métal du moment que l'outil travaille dans les mêmes conditions. Cependant on gagne du temps en travaillant à une faible vitesse de coupe, la profondeur de coupe correspondante étant grande.

Essais dits d'accroissement de vitesse pour les outils de tour.

Pour comparer entre elles diverses qualités d'acier à coupe rapide, la méthode adoptée par Taylor consiste à déterminer la vitesse (dans des conditions déterminées et constantes de surface de coupe) à laquelle l'outil est mis hors de service en 20 minutes. Cette méthode exige la confection d'un grand nombre d'outils avec le même acier (4 à 8). L'Université de Sheffield applique une autre méthode beaucoup plus simple, plus rapide et moins coûteuse, qui est la suivante :

On met l'outil en marche à une vitesse de 30 pieds (9 m) par minute en choisissant une surface de coupe-type telle que l'outil soit mis hors d'usage environ en 20 min, cette surface de coupe variant avec la dureté du métal à travailler et la section de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'outil. Puis à l'expiration de chaque minute on augmente la vitesse de 1 pied (0,30) par minute jusqu'à la fin de l'essai, c'est-à-dire jusqu'à la mise hors d'usage de l'outil. La qualité de l'outil est alors déterminée par le volume de métal découpé que l'on

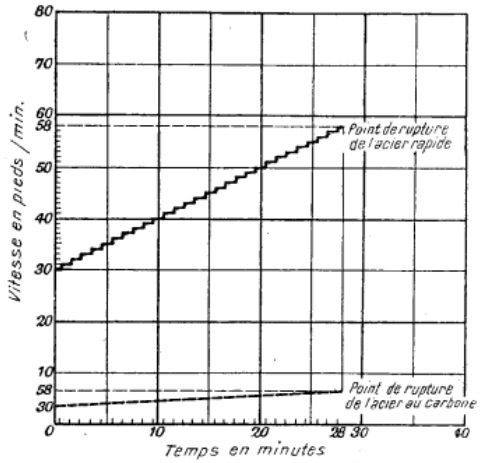


Fig. 7. — Essais d'accroissement de vitesse. — Courbes des vitesses en fonction du temps.

évalue en multipliant la vitesse moyenne en pieds par minute par 12, par la surface de coupe en pouces carrés et par le temps en minutes.

La figure 7 représente les courbes de vitesse obtenues pour un acier rapide et un

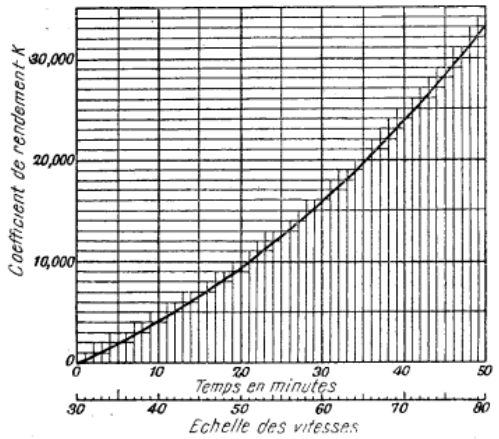


Fig. 8. — Courbe du coefficient de rendement K en fonction du temps.

acier au carbone ; les échelles verticales de chaque courbe sont proportionnelles aux surfaces de coupe adoptées et les surfaces limitées par les courbes et l'axe des temps représentent le volume de métal découpé.

Pour pouvoir trouver immédiatement et sans calcul la caractéristique de chaque acier définie plus haut, on a tracé la courbe dite du coefficient de rendement K (fig. 8)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en fonction du temps. Ce coefficient représente la longueur en pouces du copeau découpé dans les conditions en question dans un temps donné, de sorte que le volume du métal découpé s'obtient en multipliant par le coefficient K correspondant au temps la surface de coupe adoptée ; ce procédé rend inutile la détermination de la vitesse moyenne.

Si par exemple l'outil a été mis hors d'usage au bout de 33 minutes d'essai, nous prenons sur le diagramme la valeur K correspondante = 18 000 ; supposons que la surface de coupe (profondeur × avance) soit de 3/8 de pouce (9,5 mm) × 1/12 de pouce (2,1 mm), la caractéristique de l'acier, c'est-à-dire le volume de métal découpé en pieds cubes, sera :

$$18\,000 \times \frac{3}{8} \times \frac{1}{12} = 562{,}5.$$

La situation du moteur Diesel au point de vue de la propulsion des navires (G. CARELS. *The Engineer* du 5 décembre 1913 et *The Engineering Magazine* de février 1914). Communication à la North East Coast, Institution of Engineers and Shipbuilders.

Il n'est pas niable que le développement du moteur Diesel ne fait pas autant de progrès à l'heure actuelle qu'on pouvait l'espérer il y a un an ou deux ; il est certain que les prix prohibitifs du carburant y sont pour quelque chose, mais il y a encore d'autres raisons; certains optimistes ont vu dans le moteur Diesel une machine universelle devant supplanter dans l'avenir tous les moteurs terrestres et marins ; pendant la période d'activité la plus grande, de 1908 à 1912, on a construit un très grand nombre de moteurs à grande vitesse parmi lesquels quelques-uns ont donné des mécomptes ; cependant cette période d'activité a surtout permis de voir comment le moteur Diesel ne doit pas être construit et il semble que maintenant on soit revenu à des conceptions plus saines par l'étude sérieuse des exigences réelles du marché en abaissant les vitesses et en construisant des moteurs plus accessibles. Le moteur Diesel marin présente plusieurs avantages par rapport au moteur à vapeur :

1° Le rendement du moteur Diesel est indépendant, dans une large mesure, du personnel qui le conduit.

2° La consommation moyenne de combustible en service courant est à peine supérieure à la consommation relevée aux essais officiels; d'après le professeur Hœltze, cette augmentation n'est que de 14 p. 100 en moyenne, alors que pour le moteur à vapeur elle atteint 102 p. 100.

3° Le rendement mécanique dépend beaucoup moins de la charge que dans tout autre moteur.

4° Le moteur Diesel démarre en quelques secondes sans préparation, il ne consomme rien quand il est arrêté, de sorte que, même en tenant compte de la différence de prix entre le pétrole et le charbon, il est possible que la dépense moyenne pour le combustible soit moindre qu'avec un moteur à vapeur.

5° Il laisse plus d'espace libre sur les navires.

6° Le combustible peut être embarqué plus rapidement et beaucoup plus facilement, surtout en mer.

7° On peut embarquer dans le même espace une quantité de pétrole permettant de parcourir un chemin quatre fois plus long qu'avec du charbon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est évident que la condition primordiale et essentielle pour un moteur Diesel est de présenter une sécurité absolue, à cause de la gravité des conséquences des avaries sur mer (destruction du navire, pertes d'existences humaines); les constructeurs seront donc tentés d'exagérer les dimensions des pièces puisque poids est synonyme, souvent mais pas toujours, de résistance et rigidité; cependant il y a lieu de diviser les différentes parties du moteur Diesel en trois groupes :

Le premier groupe comprend les pièces qui sont soumises à des efforts mécaniques considérables, mais non à des températures élevées, c'est-à-dire les arbres coudés, les bâtis et plaques de fondation. Ces pièces peuvent être calculées exactement, les connaissances actuelles des propriétés des métaux permettent de choisir les matières et de déterminer leur fatigue d'une façon certaine. En particulier les arbres coudés doivent avoir un coefficient de sécurité élevé, leur diamètre doit être environ les 5 dixièmes de celui du cylindre; les paliers doivent être assez longs, mais pas trop, sans quoi l'arbre ne porte que sur les extrémités des coussinets qui présentent alors une usure anormale; dans les moteurs à deux temps, on aura toute sécurité en donnant aux paliers la longueur que l'écartement des cylindres permet de leur donner.

Le deuxième groupe comprend les pièces soumises à la fois à des efforts mécaniques considérables et à des températures élevées, par exemple les cylindres ; à leur endroit, le constructeur doit tenir compte des dilatations dans une beaucoup plus large mesure que dans le cas du moteur à vapeur; les pièces moulées doivent avoir une épaisseur uniforme et pas trop grande surtout au voisinage de la chambre de combustion ; c'est une question de métallurgie et il est grandement désirable de voir s'établir une collaboration active entre le fondeur et le dessinateur; la quantité de chaleur transmise par les parois de la chambre de combustion est d'environ 260 000 calories par mètre carré et par heure, alors que, dans une chaudière à vapeur, cette quantité ne dépasse pas 30 000 calories; il en résulte donc des tensions considérables auxquelles seules peuvent résister des fontes spéciales.

Le troisième groupe comprend les pièces qui ne sont soumises ni à de grands efforts ni à des températures élevées, c'est-à-dire les commandes des soupapes et des changements de marche ; ces pièces doivent être étudiées avec soin en tenant compte de ce qui se passe au démarrage et pendant le fonctionnement du moteur, de façon à éviter la production des pressions trop élevées, d'efforts trop considérables et de fausses manœuvres du mécanicien.

Il est indispensable que les moteurs soient aussi simples que possible, car plus ils sont compliqués, plus les risques d'avaries sont grands; il est donc désirable qu'il existe une collaboration effective entre l'ingénieur de la marine et l'ingénieur constructeur des moteurs Diesel. Nous ne pouvons trouver de meilleur modèle que dans le moteur à vapeur que quarante années n'ont cessé de perfectionner; il faut donc chercher à se rapprocher de ses dispositions fondamentales avec lesquelles les mécaniciens sont bien familiarisés; c'est une erreur de croire qu'un moteur doit être entièrement automatique ; il est bon que le mécanicien ait son attention naturellement attirée sur différentes parties du moteur; par exemple dans la marine allemande, il est de règle de polir un certain nombre de pièces que le mécanicien est obligé d'entretenir, ce qui lui permet de se familiariser avec elles et de découvrir souvent de légers défauts qu'il n'aurait aperçus sans cela qu'une fois devenus beaucoup plus graves.

Le piston est un organe des plus importants; le piston plongeur ordinaire sans tige,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui supporte la réaction latérale de la bielle et doit être étanche aux gaz, peut fonctionner d'une façon parfaite, tout au moins dans les moteurs de puissance moyenne, cependant il arrive qu'il grippe; il semble donc préférable, dans les moteurs marins, de le munir d'une tige et d'une crosse, et de borner son rôle à assurer l'étanchéité; on peut alors ménager des espaces morts considérables, les articulations peuvent être surveillées et les glissières réglables refroidies.

Toutes les pièces qui nécessitent des visites fréquentes, pistons, patins, soupapes, doivent être facilement accessibles et démontables. Les soupapes de démarrage à air comprimé doivent être protégées contre la rouille, les pompes d'alimentation sont souvent capricieuses, leurs soupapes ont alors besoin d'être rodées, il faut absolument éviter la formation de poches d'air; le pétrole doit être soigneusement filtré et le tuyau d'alimentation aussi court que possible. L'obligation de comprimer et d'emmagasiner de l'air à une pression de 70 kg cm^2 constitue bien un argument puissant contre le moteur Diesel, cependant, si le compresseur et les réservoirs sont bien établis, le danger est bien moindre que celui d'une installation et d'une tuyauterie de vapeur. Il faut éviter l'erreur commune consistant à graisser le compresseur trop abondamment, car il est alors difficile de débarrasser l'air comprimé de l'huile entraînée et de la refroidir.

Si l'on compare les moteurs à deux et à quatre temps, au point de vue de leur emploi sur les navires, on arrive aux conclusions suivantes :

Pour les puissances de 1 500 chv et au-dessus, le moteur à quatre temps est presque équivalent au moteur à deux temps; en ce qui concerne les moteurs à grande vitesse :

1° Le moteur à deux temps offre plus de sécurité, car il n'a pas de soupape d'échappement;

2° Son changement de marche est plus simple et coûte beaucoup moins cher.

3° A puissance égale son couple moteur est plus régulier;

4° Sans que la température moyenne du cycle à deux temps soit plus élevée, il exige un refroidissement du piston plus fréquent;

5° Il consomme beaucoup plus de combustible et d'huile;

6° Quoique la pression moyenne effective soit basse, il n'est pas nécessairement plus léger qu'un moteur à quatre temps;

7° Un moteur sans soupapes, quoique moins économique en combustible et en huile, présente l'avantage d'une grande simplicité.

Dans le cas des moteurs à faible vitesse, les conditions sont renversées et il est possible de construire un moteur à deux temps, dont la pression moyenne effective soit égale ou supérieure à celle d'un moteur à quatre temps et qui soit plus léger et moins coûteux.

La consommation de combustible et d'huile du moteur à deux temps dépend de sa vitesse : à faible vitesse, elle ne dépasse pas de plus de 10 p. 100 celle du moteur, de puissance équivalente, à quatre temps.

Il y a lieu ensuite d'examiner séparément les moteurs à deux temps,

1° avec soupapes de balayage dans les culasses de cylindres;

2° sans soupapes de balayage, mais avec des orifices de balayage dans le cylindre, dits moteurs sans soupapes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le balayage des gaz brûlés s'effectue moins bien dans les moteurs de la deuxième catégorie; la pression moyenne effective y est moins élevée et la consommation de combustible plus grande; cependant ils ont le grand avantage d'être plus simples, leur marche peut être très douce et silencieuse, leurs soupapes et changement de marche peuvent être très simples et peu coûteux. Il est facile de voir que, alors que le volume nécessaire d'air de balayage varie proportionnellement au carré de l'alésage du cylindre, la largeur des orifices du balayage varie seulement comme la première puissance de cet alésage. Il faut donc ne pas perdre de vue cette circonstance lorsqu'on s'occupe de choisir le nombre de tours d'un moteur de ce genre; en un mot le rendement d'un moteur à deux temps à grande vitesse est fonction du nombre de tours dans une beaucoup plus large mesure que celui du moteur à quatre temps, car le facteur le plus important n'est pas le temps nécessaire à la combustion, mais bien le temps nécessaire au balayage.

En conséquence, dans tous les cas où les conditions primordiales sont la simplicité, la solidité et la sécurité, la consommation de combustible n'étant que secondaire, l'auteur recommande l'emploi du moteur à deux temps sans soupape; dans tous les cas où l'économie de combustible est primordiale et où il faut faire usage de vitesses élevées pour des raisons d'encombrement et de poids, — éclairage électrique des navires de guerre, — l'auteur recommande le moteur à quatre temps; pour tous les moteurs terrestres ou marins de grande puissance, c'est-à-dire supérieure à 1 000 chv, il recommande le moteur à deux temps. C'est là le véritable domaine du moteur à deux temps où il peut faire valoir toutes ses qualités.

Aucun des types de moteurs créés jusqu'à présent ne convient complètement aux sous-marins; le moteur idéal serait le moteur sans soupapes à faible vitesse, car son rendement mécanique augmente rapidement au fur et à mesure que sa vitesse est moindre.

Sur les navires mus par un moteur Diesel, il ne peut être question de commander les moteurs auxiliaires par l'air comprimé, on peut utiliser la chaleur contenue dans les gaz d'échappement pour produire de la vapeur, il est probable que dans l'avenir, — cela a d'ailleurs déjà été fait, — les différents services auxiliaires y compris les dynamos, le compresseur d'air, la pompe de balayage, la pompe d'injection, les diverses pompes à eau, seront commandées par un moteur puissant à pétrole; cependant, pour le moment, le système le plus sûr est encore l'ancien, consistant à commander les services auxiliaires par la vapeur.

On peut admettre maintenant que le moteur Diesel marin est sorti plus ou moins de la période d'expériences et espérer que l'on construira des moteurs de plus de 2000 chv, en nombre toujours croissant. Comme l'auteur l'a établi, c'est le moteur à deux temps seul qui est à considérer pour les grandes puissances; en effet, les constructeurs de moteurs à quatre temps ne peuvent augmenter indéfiniment le nombre des cylindres de leurs moteurs, ou élever la pression moyenne effective pour augmenter la puissance.

Nouveaux appareils de mesure enregistreurs d'aviation et leur emploi (WILHELM HOFF. *Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt* des 17 et 31 janvier 1914). — De nombreuses questions intéressant la construction des aéroplanes peuvent être résolues en s'appuyant sur les résultats de mesures effectuées en plein vol, comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par exemple celles des forces variables agissant sur les ailes, celles des tensions dans les câbles et haubans, celles de la traction de l'hélice, et du couple moteur dans diverses circonstances favorables ou défavorables.

Mais il est évident que ces mesures sont extrêmement délicates puisqu'elles s'appliquent à des parties vitales de l'appareil et doivent pouvoir être faites sans influencer le moins du monde la sécurité; le poids et l'encombrement des appareils de mesure doivent être réduits au minimum, ils doivent être résistants, maniables, faciles à installer et à observer et ne peuvent être qu'enregistreurs.

En France on a déjà fait un assez grand nombre de mesures de ce genre, mais au moyen d'une membrane en caoutchouc transmettant les efforts à un fluide agissant sur un manomètre Bourdon enregistreur; ce système présente des inconvénients, car le moindre défaut d'étanchéité entraîne de grosses erreurs, la moindre chaleur modifie

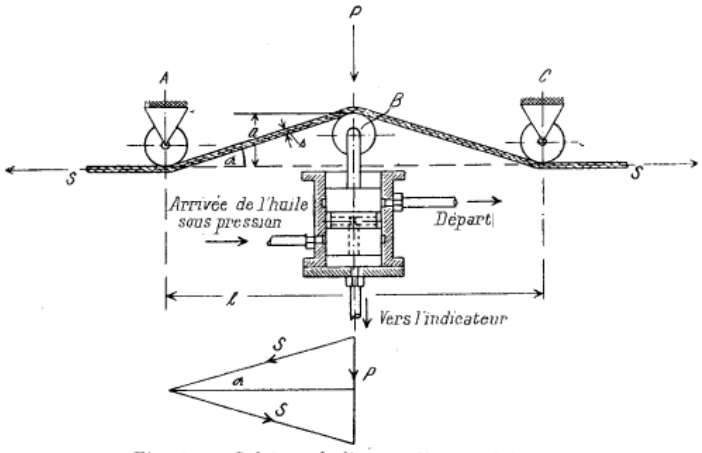


Fig. 1. — Schéma de l'appareil enregistreur.

le zéro du manomètre, les trépidations du moteur l'influencent et il doit être souvent étalonné. La membrane peut être remplacée par un piston en acier, mais on n'est pas encore à l'abri des défauts d'étanchéité. Les nouveaux appareils faisant l'objet de cette note et dus au professeur Bendemann sont construits de la façon suivante :

La force à mesurer P appuie sur un piston ajusté dans un cylindre (fig. 1) et portant une rainure annulaire qui communique par un canal avec l'espace situé au-dessous de lui; la surface du piston étant F, il règne dans le cylindre une pression $\frac{F}{P}$ en kg/cm² que l'on mesure au moyen d'un manomètre ou mieux d'un indicateur. Le cylindre est muni de deux rainures placées au-dessous et au-dessus de la rainure du piston et communiquant respectivement avec les conduites d'arrivée et de départ d'huile sous pression. Lorsque la force P augmente, le piston descend jusqu'à ce que la rainure du piston communique avec le tuyau d'arrivée de l'huile; celle-ci s'écoule jusqu'à ce que l'équilibre se soit rétabli, le piston est alors remonté et les deux rainures ne communiquent plus. Si au contraire la pression diminue, le piston remonte sous l'effet de la contrepression de l'indicateur, sa rainure vient en face de l'orifice de sortie de l'huile qui s'écoule jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli et le piston redescendu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet appareil a été employé à mesurer des variations de tension d'un câble de commande du gouvernail.

Le câble qui ne doit pas être interrompu passe sur 3 galets A, B, C et sa tension S sera égale à :

$$S = \frac{P}{2 \sin \alpha}$$

et

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(a+s)}{l}$$

Les déplacements du piston étant très faibles, α peut être considéré comme constant et les variations de longueurs du câble entre les galets extrêmes comme des infiniment petits du deuxième ordre.

Les figures 2 et 3 représentent l'appareil tel qu'il a été construit et dans lequel $a = 26$ mm et $l = 400$ mm.

L'enregistrement se fait sur une bande de papier de 60 mm de largeur se déroulant

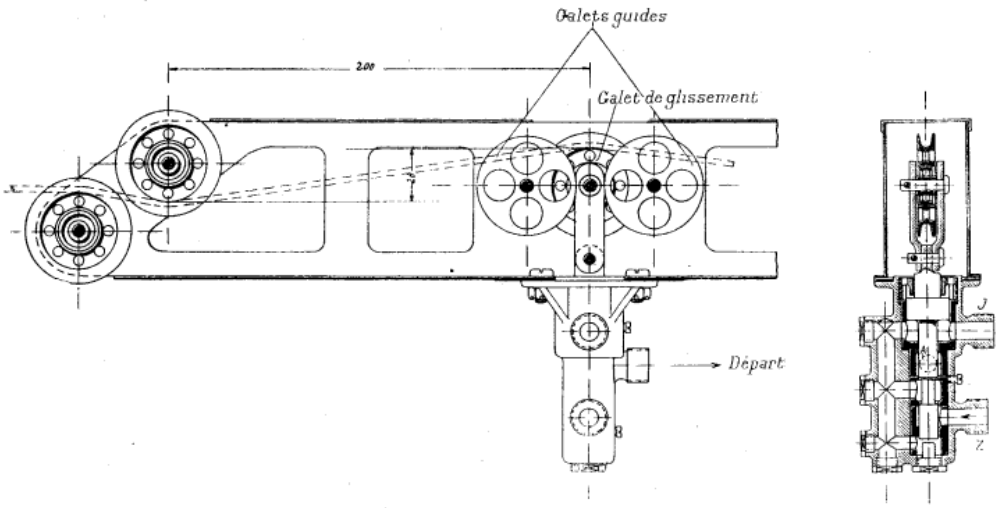


Fig. 2 et 3. — Appareil enregistreur de la tension du câble.
J = raccord de l'indicateur, A = conduite de départ, Z = conduite d'arrivée.

grâce à un mouvement d'horlogerie de 10 mm/sec ou de 1 mm/sec pendant 20 minutes, la vitesse de déroulement étant rendue uniforme au moyen d'un régulateur centrifuge.

L'huile sous pression est fournie par une petite pompe actionnée par une petite courroie passant sur l'arbre du moteur.

L'appareil a été d'abord étalonné au laboratoire, de façon à déterminer les constantes de l'indicateur au moyen d'une tension connue représentée par des poids. On a également déterminé sa sensibilité de la façon suivante (fig. 4).

Un câble s'enroule sur le galet R, passe par l'appareil S_2, s'enroule sur le galet T calé sur l'arbre XX, passe par l'appareil S_1 et supporte le plateau M chargé de poids; un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autre câble est attaché aux points fixes F_1 et F_2 par l'intermédiaire des ressorts F_1 et F_2 et s'enroule sur le petit galet U; les mouvements du galet R vers la droite ou vers la gauche et entraînant l'arbre XX sont inscrits sur une bande de papier par l'intermédiaire du câble enroulé sur le galet W, mais comme ces mouvements agissent aussi sur les deux appareils de mesure S_1 et S_2 dont les indicateurs fournissent également des courbes, la concordance entre la courbe obtenue directement et la courbe fournie par l'indicateur est une mesure de la sensibilité de l'appareil. En pratique ces deux courbes ont été presque confondues; on a constaté que, quand la tension augmente,

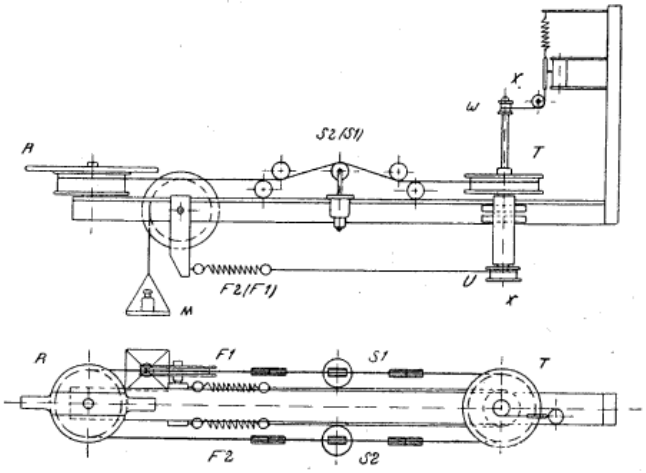


Fig. 4 et 5. — Étalonnage de l'appareil enregistreur.

la courbe de l'indicateur est en retard d'une fraction de seconde sur la courbe directe et que l'indicateur fournit des valeurs un peu trop faibles; quand la tension diminue, ces valeurs sont un peu trop fortes, mais l'écart est insignifiant.

Cet appareil a été employé sur un aéroplane « Taube » et a servi à relever des courbes de tension des câbles de commande des gouvernails de direction et de profondeur.

Il a également servi à mesurer la vitesse v propre de l'aéroplane en évaluant la pression du vent R sur un disque de 150 de diamètre par la formule :

$$v = 27{,}8\sqrt{R}$$

Le disque était monté sur un appareil enregistreur de plus petites dimensions que les précédents.

Les courbes tracées par ces appareils enregistreurs ont fourni des résultats pratiques au point de vue du mode de construction des commandes des gouvernails.

Tour vertical de 1,320 m de la King Machine Tool Company (*The Engineer* du 6 février 1914). — Ce nouveau tour vertical (fig. 1), qui se fait de plusieurs dimensions, présente quelques particularités intéressantes.

Le mouvement du plateau est commandé par un ensemble de trois arbres à em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brayage à friction spécial (fig. 2) : l'arbre A reçoit son mouvement par engrenages coniques d'un arbre inférieur commandé par 4 poulies étagées. Sur cet arbre A sont clavetés deux pignons qui engrènent avec les deux roues D et E (voir fig. 3 à 9) montées folles sur l'arbre B et pouvant être accouplées ensemble par l'embrayage à friction en question. Deux autres pignons clavetés sur l'arbre B engrènent avec deux roues montées folles sur l'arbre C qui commande le plateau du tour par un engrenage conique.

L'embrayage à friction (fig. 3 à 9) se compose des deux manchons F et G qui peuvent glisser sur l'arbre B; deux clavettes H sont fixées par des goujons sur la

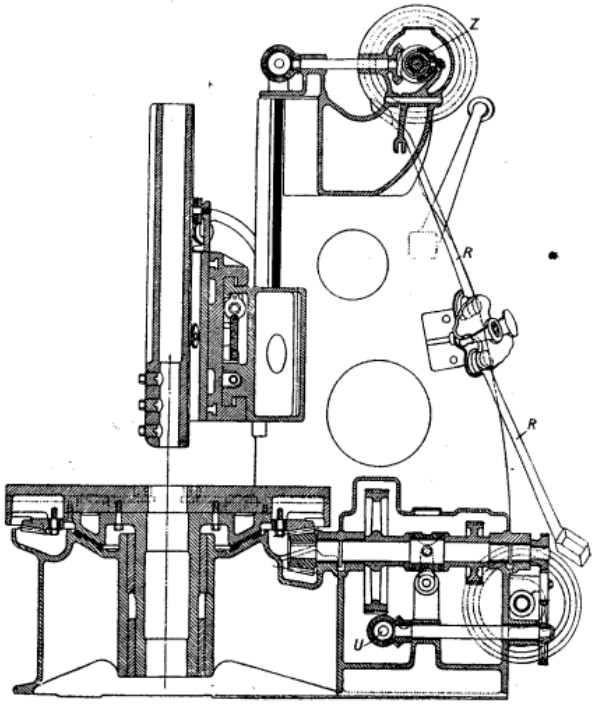


Fig. 1. — Coupe verticale du tour vertical King.

queue de ces manchons et les maintiennent à une distance convenable l'un de l'autre. Ces clavettes servent de guides à un manchon J entourant les queues des manchons d'embrayage qui sont séparées par un écrou K monté sur une partie filetée de l'arbre. Cet écrou porte extérieurement deux appendices L formant portion de filetage et s'adaptant dans les rainures M du manchon J. Lorsque ce manchon J glisse le long des clavettes K, l'écrou tourne sous l'effet des appendices L et se déplace suivant son axe sous l'effet du filetage de l'arbre, de façon à appliquer l'un des deux manchons d'embrayage F ou G contre les engrenages correspondants D ou E. L'usure qui peut se produire entre les deux manchons d'embrayage nécessite simplement l'allongement de la course du levier qui sert à déplacer le manchon J; d'ailleurs, elle peut être rachetée par le serrage des deux écrous N. Cet embrayage a été installé sur un arbre intermédiaire, car sur l'arbre A, il aurait dû tourner à une vitesse plus grande et sur l'arbre C, il aurait eu un effort plus considérable à transmettre. De plus, il est en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque sorte à verrouillage automatique, car le pas des filetages est choisi de façon à empêcher le retour en arrière spontané de l'écrou K.

Le mécanisme d'avance de l'outil (fig. 10 et 11) comprend trois arbres horizontaux dont l'intermédiaire A est actionné par l'arbre U au moyen d'un engrenage conique (voir fig. 1); l'arbre U reçoit son mouvement de l'arbre principal entraînant le plateau. La roue conique B est clavetée sur un manchon monté fou sur l'arbre A et peut être

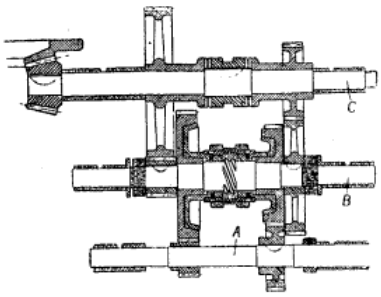


Fig. 2. — Train de commande.

accouplée avec lui au moyen d'un accouplement à griffes commandé par l'arbre vertical C.

Le manchon de la roue B porte à droite un petit pignon engrènant avec une roue D

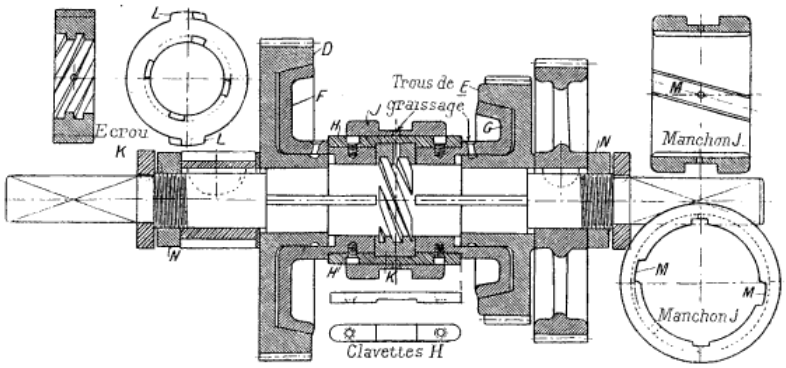


Fig. 3 à 9. — Embrayage à friction du train de commande.

clavetée sur l'arbre E. Un pignon F monté fou sur l'arbre E peut être accouplé avec lui au moyen d'un accouplement à griffes commandé également par l'arbre C, et engrène avec la plus grande des quatre roues clavetées sur l'arbre A. Un manchon portant une roue H peut glisser sur l'arbre G; sur ce manchon est monté un quadrant terminé par un levier J et portant côte à côte deux roues dentées K et L; la plus petite de ces roues K engrène continuellement avec la roue H. Ce train d'engrenages permet de réaliser cinq avances différentes, quatre d'entre elles en soulevant et faisant glisser le quadrant jusqu'à ce que la roue L engrène avec l'une des quatre roues montées sur l'arbre A et la cinquième en continuant à faire glisser le quadrant jusqu'à ce que la petite roue K engrène avec la plus grande de ces quatre roues. Ce nombre est porté à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dix au moyen de la roue dentée d'arrière montée sur l'arbre E. La puissance est transmise par l'arbre G à l'arbre vertical M par l'intermédiaire d'un accouplement à griffes. Ces dix avances différentes varient de 0,8 à 19 mm par tour du plateau.

Comme les deux outils peuvent travailler indépendamment l'un de l'autre, il existe une boîte semblable de chaque côté de la machine.

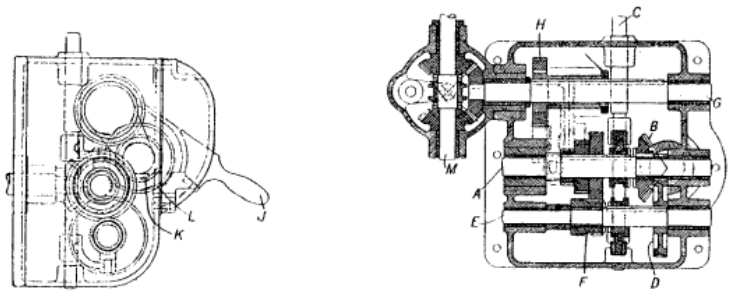


Fig. 10 et 11. — Mécanisme d'avance de l'outil.

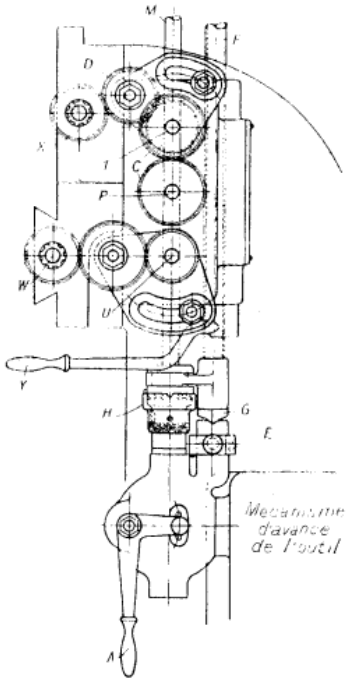


Fig. 12. — Détails du mécanisme à fileter.

Chaque arbre M transmet son mouvement à deux arbres horizontaux WW et XX (fig. 12). Les arbres W commandent le déplacement latéral des outils et les arbres X leur déplacement vertical. La liaison entre les arbres M, W et X se fait au moyen d'un engrenage conique et d'un train à trois arbres (T, P, U) avec accouplement spécial monté sur l'arbre P et destiné à interrompre l'avance dans le cas où elle deviendrait excessive (fig. 13 et 14).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tour en question peut servir à fileter au moyen du dispositif représenté figure 12. Pour fileter, on désembraye par le levier Y l'accouplement spécial de l'arbre P; les arbres T et P sont alors entraînés par les roues C et on peut obtenir les pas que l'on désire en faisant varier l'avance par le mécanisme décrit plus haut. Si ces variations ne suffisent pas, on n'a qu'à changer la roue dentée D intermédiaire entre les arbres X et T et montée sur un quadrant. Un dispositif semblable monté sur l'arbre inférieur W

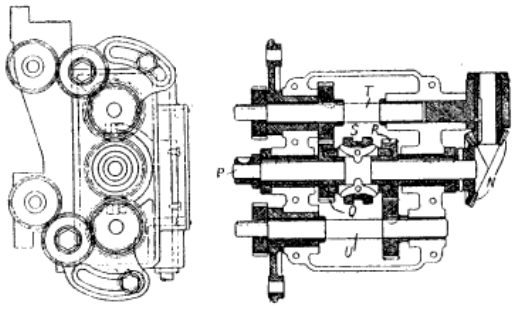


Fig. 13 et 14. — Accouplement spécial de sécurité.

qui commande le déplacement latéral permet de découper une spirale sur une surface horizontale.

Le retour rapide du porte-outils dans le sens vertical ou dans le sens latéral s'obtient par commande directe au moyen de l'embrayage à friction Z (fig. 1), et de l'arbre F, mais en même temps qu'on embraye Z on débraye l'arbre vertical M de sorte qu'il est impossible de réaliser simultanément une grande vitesse et une forte pression d'avance.

La machine décrite ci-dessus comporte deux outils semblables, mais l'un d'eux peut être remplacé par un revolver à cinq outils ; il existe également une modification de cette machine obtenue par l'addition au centre du plateau d'un foret ou d'un alésoir.

Les caractéristiques de la machine décrite sont les suivantes :

Diamètre maximum	1,320 m.
Hauteur maxima	1,016 m.
Diamètre du plateau	0,041 m.
Déplacement des outils	0,760 m.
Déplacement rapide	2,280 m/min.
Puissance nécessaire	10 chv.
Hauteur totale	3 m.
Poids net	9 t.

A. SCHUBERT,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

NOTES DIVERSES

par M. P. COUTURAUD

Construction

L'imperméabilisation des ciments par les huiles lourdes. — A la suite de l'article que nous avons consacré à son travail sur l'imperméabilisation des ciments et bétons par les huiles lourdes (1), M. Feret, chef du laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-Mer, nous a demandé de vouloir bien insister sur ce fait, qu'il ne préconise pas la proportion d'huile de 10 p. 100, qui est trop onéreuse et affaiblit beaucoup la résistance et l'adhérence; celle de 5 p. 100, lui paraît généralement préférable, bien qu'elle ait été inefficace dans un des essais de perméabilité. Mais ces essais, dit-il, ont été peu nombreux et le résultat doit être anormal.

D'autre part, ajoute enfin M. Feret, si l'adjonction d'huile lourde à un mortier compact ne semble pas devoir arrêter *toute* filtration, il ne paraît non plus aucunement démontré que l'huile doive être toujours et nécessairement entraînée, au point de rendre le mortier plus perméable qu'auparavant.

Le Comité des Constructions et Beaux-Arts remercie M. Feret d'avoir bien voulu compléter par ces quelques précisions le compte rendu que nous avons été heureux de donner de ses travaux, qui éclairent la question si controversée de l'imperméabilisation des mortiers.

Arts industriels

Dépoussiérage par l'air comprimé. — Les tapis, tentures, coussins et meubles divers de nos habitations laissent accumuler dans la trame de leurs tissus une quantité considérable de poussière, dont il n'est pas facile de les débarrasser d'une façon complète et surtout hygiénique.

On connaît l'ancien système de nettoyage, qui est loin d'avoir disparu, et qui consiste à battre les étoffes avec des raquettes en osier. Nombre de gens ne craignent pas d'employer à l'intérieur de leurs appartements ce procédé héroïque, dont la rudesse, si elle ne laisse pas intacts les tissus, ne paraît devoir, que pour un instant, détacher de ces derniers une partie de la poussière qu'ils ont amassée. En effet, après

(1) Bulletin de février 1914, p. 242.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'être répandues en tourbillons épais dans l'atmosphère, qu'elles souillent ainsi congrûment, les poussières soulevées par le battage finissent bien par retomber sur le mobilier, aussitôt calmée l'agitation causée par la raquette d'osier et le plumean.

Le nettoyage industriel, qui n'est qu'un battage perfectionné, présente les mêmes inconvénients. Sans doute est-il effectué à l'extérieur des habitations; mais il laisse dans celles-ci, avec leur poussière, les meubles et tentures murales qu'on ne peut déplacer pour les aller battre. Il détériore d'ailleurs, comme bien on pense, les étoffes et les tapis, et se complique d'un brossage coûteux et lent.

Un perfectionnement a consisté à détacher la poussière des tissus au moyen d'un

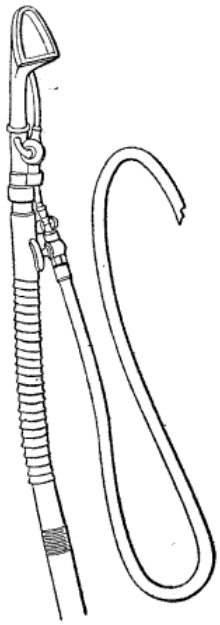


Fig. 1.

jet d'air comprimé. Ce dernier procédé, moins désastreux pour les étoffes que les précédents, était tout aussi dangereux que ceux-ci pour les habitants. Il envoyait toutes les souillures dans l'atmosphère et restait, par suite, impraticable à l'intérieur des appartements. Aussi, le procédé d'aspiration par le vide fut-il le premier qui parut véritablement pratique et hygiénique.

Ce mode de nettoyage prit une extension assez rapide; à travers un aspirateur plat qu'on applique sur les étoffes, les poussières sont entraînées, par une pompe à vide, le long d'un tuyau de conduite aboutissant à un réservoir. Cet appareil donne des résultats fort appréciables lorsqu'on le promène sur des surfaces rigides, telles que tapis sur plancher ou tentures murales : sur les étoffes flottantes, il est d'un usage moins commode. De plus, il a une action un peu irrégulière, qui tantôt est brutale au point d'arracher des fils aux tissus et tantôt risque d'être inefficace, si on ne dispose pas d'un vide suffisant; ce cas peut se produire notamment lors de l'emploi de cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tains modèles réduits, très portatifs et mus à la main ou branchés sur les prises de courant de l'éclairage électrique.

Un autre procédé fut alors préconisé, qui consiste en un dépoussiérage par battage à l'air comprimé, combiné avec une aspiration.

L'appareil se compose (fig. 1) d'un aspirateur relié, à l'aide de raccords d'accouplement, à deux tuyaux, dont l'un sert à l'arrivée d'air comprimé et l'autre à l'évacuation des poussières. Une partie de l'air comprimé amené par le premier tuyau s'échappe sous forme de jets très fins par de petits trous disposés sur le pourtour et à l'intérieur de l'aspirateur. Ces petits jets font pénétrer l'air avec une certaine vitesse entre les fils des tissus pour soulever les poussières emprisonnées. L'autre partie de l'air comprimé s'échappe par un petit éjecteur placé à l'entrée du tube d'évacuation, dans lequel par conséquent se produit une aspiration qui entraîne les poussières soulevées d'autre part, pour les conduire à travers un tuyau souple de faible longueur, dans un filtre facilement transportable. Dans ce dernier appareil, la poussière se dépose, tandis que l'air, nettoyé par son passage à travers les parois filtrantes, retourne à l'atmosphère. Un compresseur mû par un moteur quelconque comprime l'air automatiquement et le refoule dans un réservoir qui joue le rôle de volant de pression. De ce réservoir part une tuyauterie de distribution qui alimente différents postes, autour desquels le nettoyage peut être effectué dans un rayon de 20 à 30 m.

Ce procédé, qui paraît n'envoyer pas plus de poussière dans l'atmosphère que le système de dépoussiérage par le vide, serait aussi commode à employer et aussi rapide en besogne que ce dernier. Il a de plus sur lui l'avantage, aux dires du constructeur, d'un fonctionnement plus régulier et d'une efficacité beaucoup plus grande, parce que l'entraînement des poussières est, dit-on, facilité par le soulèvement préalable de celles-ci. Il résulterait de là, en outre, que l'aspiration, n'ayant pas besoin d'être aussi puissante, serait moins brutale et soumettrait les tissus à une épreuve plus modérée. Enfin les appareils peuvent, comme c'est le cas à Paris, être alimentés économiquement par la distribution d'air comprimé de la ville.

P. COUTURAUD,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 27 MARS 1914

Présidence de M. L. Lindet, *président.*

MM. Hitier et Toulon, *secrétaires,* dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. Toulon analyse les ouvrages suivants :

Guide manuel pratique de l'ouvrier électricien, 4e éd., par M. H. de Graffigny, ingénieur-électricien ;

Le style commercial, Manuel d'entraînement et de perfectionnement à l'usage des négociants, chefs de service, comptables, correspondants, sténographes, étudiants, etc., par M. Georges Mis ;

Essai d'une description géologique de la Tunisie. (Exploration scientifique de la Tunisie.) 3e partie : Stratigraphie des terrains cénozoïques, par M. Philippe Thomas, membre de la Mission de l'Exploration scientifique de la Tunisie ;

Les projets d'impôts inquisitoriaux devant le Sénat. Séance du 12 février 1914. Discours de M. Touron. Comité central d'Études et de Défense fiscale.

M. Hitier analyse les ouvrages suivants :

La lumière, par M. A. Turpain, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Formules, recettes, procédés à l'usage des ingénieurs, recueillis, choisis et coordonnés par M. L. François, Ingénieur-chimiste ;

Étude de l'action chimique de la lumière solaire sur quelques mélanges gazeux. (Thèse de doctorat. Faculté des Sciences de Paris), par M. Paul Clausmann, préparateur à la Faculté de Médecine ;

De l'apprêt des tissus de laine peignée, par M. Henri Lagache, professeur de cours de blanchiment, teinture, impressions et apprêts à l'École nationale des Arts industriels de Roubaix.

Sont admis comme membres de la Société :

L'Association technique de Fonderie, Hulin (Léon), Salomon (Louis), les Anciens Établissements Dautreville et Lebas, Petel (Lucien), Laporte (Frédéric), Abenheimer (Charles), Bouché (Georges),

qui ont été présentés dans la dernière séance.

Deux membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

La maison H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, à Paris, présentée par MM. H. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

M. Féret (René), Ingénieur-chimiste, à Paris, présenté par MM. Th. Valette et Jules Garçon.

M. le Président, en présentant la candidature de la maison d'édition Dunod et Pinat, fait remarquer qu'une grande partie des livres que nos secrétaires analysent chaque quinzaine sort de ses ateliers; il profite de cette circonstance pour l'en remercier au nom des lecteurs qui fréquentent notre bibliothèque.

M. le Président dit qu'il a représenté la Société d'Encouragement à l'assemblée générale de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie.

Le Dr Nichols, de New York, nommé récemment membre correspondant du Comité des Arts chimiques, a adressé ses remerciements à la Société.

M. Ch. Féry présente un rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur le *Thermomètre à réglage automatique de M. J. Ruelle*.

M. A. Moreau présente un rapport, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur le *Système de bandes et plaques antivibrantes de M. Jolivet*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bourdel présente un rapport, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur le *Canon Mathiot*.

Les conclusions de ces trois rapports sont approuvées. Ils seront insérés dans un prochain Bulletin.

M. Albert Durand fait ensuite une communication sur *Le rouissage agricole et les rouissages industriels, leur influence sur la culture du lin en France.*

Au moyen des documents photographiques qu'il a pris sur place dans les divers centres de rouissage alimentés par les lins de provenance française, M. Albert Durand montre la décadence du rouissage agricole dans notre pays.

Cette décadence est une entrave au développement de la liniculture, parce que le cultivateur, réduit à attendre chez lui les offres des acheteurs, ne sait ni où, ni quand, ni dans quelles conditions il pourra vendre le produit de sa récolte.

Tout autre serait la situation agricole si des usines centrales de rouissage pouvaient être installées dans le district producteur de lin. La culture de la betterave n'aurait pas pris le développement que nous lui voyons, si les fabriques de sucre ne prenaient pas la récolte dès l'arrachage.

En Angleterre, la culture linière a persisté plus longtemps dans les districts où se trouvaient des usines de rouissage et l'on compte aujourd'hui sur leur action pour la faire renaître.

Ce qui est utile pour la renaissance de la liniculture de l'autre côté du Détroit, peut être très efficace pour la développer en France. Nous avons des méthodes de rouissage semi-agricoles ou industrielles susceptibles de répondre aux conditions diverses des problèmes qui peuvent se poser. M. Durand passe rapidement en revue ces divers procédés.

Ces usines auraient l'avantage d'assainir le marché des pailles, de donner à la culture la certitude de l'écoulement normal de leur récolte, en même temps qu'elles assureraient à la filature un approvisionnement de fibres de qualité régulière.

Mais cette industrie nouvelle doit posséder une direction de valeur technique indiscutable, appuyée sur des ressources lui permettant de supporter les pertes initiales et l'hésitation de la clientèle.

M. le Président. — C'est à l'occasion d'une récompense, certainement trop modeste, accordée par notre Conseil à M. Albert Durand, que nous avons eu l'excellente idée de lui demander la conférence à laquelle vous venez d'assister, et que les absents liront avec plaisir dans notre Bulletin. Il n'est guère, en effet, de communication plus instructive, mieux ordonnancée et illustrée de meilleurs clichés de projection. M. Durand nous a fait vivre la vie, souvent précaire, du cultivateur de lin et du rouisseur ; leurs intérêts sont bien solidaires, et c'est, je pense, dans l'usine coopérative, qui mettra le cultivateur à l'abri des exigences des courtiers, que les procédés industriels ont chance de recevoir les meilleures applications. Cette communication offre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore l'avantage de resserrer les relations qui nous rattachent au Comité linier de France, dont M. Albert Durand est le secrétaire général, et dont le président, M. Nicolle, a bien voulu ce soir être des nôtres.

M. Nicolle est, d'autre part, président de la Société industrielle du Nord ; il est notre collègue à la Fédération des Sociétés techniques, dont notre Société fait aujourd'hui partie.

La séance est levée à 22 h. 40 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 24 AVRIL 1914

Présidence de M. L. LINDET, *président.*

MM. HITIER et TOULON, *secrétaires*, dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

Association internationale pour l'Essai des Matériaux. Congrès de Budapest, 1901 (42 fascicules). (Don de M. Mesnager, membre du Conseil) ;

La lumière électrique et ses différentes applications au théâtre. Installation et entretien, par M. V. TRUDELLE, électricien ;

Traité de physique, par M. O. D. CHWOLSON, professeur à l'Université impériale de Saint-Pétersbourg, traduit sur les éditions russe et allemande par M. E. DAVAUX, Ingénieur principal de la Marine. Édition revue et augmentée par l'auteur. Tome V : 1er fascicule. L'énergie électrique. Champ magnétique variable ;

Chronique illustrée du Concours international de Télégraphie pratique. Turin, 1911, par M. Ferdinando GERONIMI ;

Le socialisme et l'art de commander dans l'industrie, par M. R.-A. HENRY ;

Examen de la situation économique résultant des projets financiers. Assemblée des Présidents des Chambres de Commerce de France, 26 janvier 1914, Comité central d'Études et de Défense fiscale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

La cémentation de l'acier, par M. Frédéric GIOLITTI, professeur de métallurgie au Politecnico de Turin. Traduction française revue par M. Albert PORTEVIN, chef des travaux de métallurgie à l'École Centrale ;

Étude économique d'une affaire minière, par M. J. MAURICE ;

La soie au point de vue scientifique et industriel, par M. Léo VIGNON, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon. Nouvelle édition revue et augmentée par M. Isidore BAY, Ingénieur-chimiste ;

Notes sur les préparations insecticides, fongicides et bouillies mouillantes, par MM. V. VERMOREL, directeur de la Station viticole de Villefranche (Rhône) et E. DANTONY, chimiste de la Station viticole ;

L'élevage rationnel des oies, par M. Francis MARRE, chimiste-expert près la Cour d'appel de Paris et les tribunaux de la Seine ;

Radiations visibles et invisibles. Conférences faites à l'Institution Royale de Grande-Bretagne, augmentées de conférences nouvelles, par M. SILVANUS P. THOMPSON, principal et professeur de physique du City and Guilds technical College Finsbury, Londres. Traduites et annotées par L. DUNOYER, docteur ès sciences, 2e éd. ;

Le paramagnétisme appliqué à l'étude des sels métalliques. Conférence faite le 11 juin 1913, par Mlle E. FEYTIS, répétitrice à l'École normale supérieure de Sèvres. (Publications de la Société de chimie physique, fasc. VII) ;

Relations entre la constitution chimique et la coloration des corps organiques. Conférence faite le 10 décembre 1913, par M. André MEYER, docteur ès sciences. (Publications de la Société de chimie physique, fasc. VIII) ;

L'hygiène et les conservateurs du beurre, par M. FORTIN ;

L'industrie de l'azote atmosphérique, par M. Alfred TOBIANSKY D'ALTOFF, ingénieur ;

Rapport sur l'unification des abréviations bibliographiques dans les mémoires de chimie, par M. Ph.-A. GUYE, professeur ;

La pulvérisation vésiculaire. Appareils Excelsior.

Sont admis comme membres de la Société :

La MAISON H. DUNOD ET E. PINAT et M. FÉRET (René),

qui ont été présentés dans la dernière séance.

Trois membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Durand (Albert), secrétaire du Comité linier de France, à Lille, présenté par MM. Dybowski et Lemaire ;

La Chambre de Commerce de Marseille, présentée par MM. Le Chatelier et le capitaine Nicolardot ;

M. Gripon, ingénieur E. C. P. à Paris, présenté par MM. Donard et Lindet.

M. Pellet, actuellement à Tucuman, dans la République Argentine et M. Chenu, actuellement à Haïphong, au Tonkin, ont adressé des remerciements, à la Société pour la médaille de vermeil qui a été décernée à chacun d'eux, le 30 janvier dernier, pour leur traduction française du Traité de Post et Neumann.

M. Alessandro Solaro, auteur d'un ouvrage sur l'étude microscopique et chimique des fibres, remercie également la Société pour l'analyse qui a été faite de cet ouvrage dans le Bulletin de mars.

A la date du 21 avril, M. Maurice Corset, Ingénieur des Arts et Métiers, habitant Les Montils (Loir-et-Cher), a déposé à la Société un pli cacheté relatif à un réducteur de vitesse pour arbres en prolongement.

M. L. Raimbert fait une communication sur le *Filtre à sable à bac de lavage indépendant* dont il est l'inventeur.

Le filtre à sable Raimbert, pour filtration des eaux industrielles, produits de sucreries, produits chimiques, etc., se compose de deux appareils bien distincts, comme son nom l'indique : du filtre proprement dit, et du bac de lavage.

Le filtre comprend une cuve tronconique, se terminant par un fond conique. Une plaque perforée servant à la filtration est placée intérieurement, à quelques centimètres de l'enveloppe. Le sable est répandu entre cette plaque perforée et une série d'anneaux concentriques. Au fond, est placé un injecteur envoyant de l'eau sous pression dans un tuyau central. L'appareil se termine à la partie supérieure suivant les produits à filtrer, soit par une partie cylindrique, contenant le produit à filtrer, soit par un couvercle à charnière.

Le bac de lavage, de forme conique, possède sa partie inférieure semblable à celle du filtre, et porte 4 petits injecteurs qui servent à envoyer l'eau dans le tuyau central,

Le liquide à filtrer, répandu dans la chambre conique formée par les anneaux superposés, passe dans l'espace laissé entre eux, filtre à travers le sable horizontalement, traverse la plaque perforée, coule le long de l'enveloppe, et se rassemble dans la chambre circulaire d'évacuation.

Pour laver le sable, l'eau, lancée par une pompe dans l'injecteur, aspire et entraîne le sable dans le bac de lavage, en passant par un tuyau coudé adapté sur le tuyau central du filtre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les 4 injecteurs ouverts, l'eau aspire et entraîne le sable et le fait monter dans le tuyau central en formant un tourbillon. Les grains de sable s'y frottent les uns contre les autres, et se nettoient rapidement. Une fois lavé, le sable est renvoyé dans le filtre par une opération analogue à celle de son passage du filtre dans le bac de lavage.

Les avantages de ce filtre sont : 1° une filtration horizontale, c'est-à-dire que le liquide ne peut se créer un passage au milieu du sable; 2° la vidange et le lavage du sable automatiquement dans un bac de lavage indépendant; 3° un grand débit sous un petit volume.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est après avoir vu les filtres Raimbert fonctionner à la Sucrerie de Bray-sur-Seine que j'ai eu l'idée de demander à son inventeur la communication qui vient d'être faite devant vous; j'ai été frappé en effet de la facilité avec laquelle ces filtres assurent l'épuration des bas produits de la sucrerie, et de la régularité avec laquelle se fait le lavage du sable et le remplissage du filtre. Je souhaite que l'emploi des filtres Raimbert ne soit pas limité au travail de la sucrerie et à l'épuration des eaux industrielles, mais qu'il donne les mêmes résultats dans toutes les usines où l'on a besoin de filtrer des liquides boueux ou visqueux. La note que voudra bien nous remettre M. Raimbert et qui sera examinée par le Comité compétent, permettra de faire connaître, par la voie de notre Bulletin, les services que peuvent rendre les filtres dont il est l'inventeur.

M. L'ABBÉ TAULEIGNE fait ensuite une communication sur *L'enregistrement graphique des signaux de télégraphie sans fil et le renforcement des sons téléphoniques par le procédé* A. TAULEIGNE, F. DUCRETET et E. ROGER.

L'enregistrement des signaux hertziens a fait l'objet de nombreuses recherches et divers appareils ont été présentés qui résolvaient plus ou moins bien la question. La voie dans laquelle MM. Tauleigne, Ducretet et Roger se sont engagés est celle de l'inscription directe au récepteur Morse. La grande difficulté de cette méthode réside dans l'extrême faiblesse des courants fournis par les détecteurs sensibles.

Toutefois il n'est pas impossible de donner au détecteur électrolytique un débit suffisant pour actionner un relais, même à une distance assez grande du poste d'émission et avec des antennes réduites. On arrive à ce résultat par l'emploi d'une anode à bout libre et à immersion réglable; mais surtout par une formation électrolytique spéciale du fil de platine qui la constitue. La question du relais a été aussi l'objet d'une étude attentive.

Les conditions cherchees et réalisées dans le relais polarisé Tauleigne, Ducretet et Roger sont les suivantes :

Bonne amplitude de la déviation; rapidité et sûreté de l'action; apériodicité totale; réglage très simple et très précis.

La disposition du Morse lui-même a une grande importance. La vitesse de déroulement ne saurait être uniforme et doit pouvoir être modifiée suivant la nature des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communications. Il est essentiel surtout de réduire au minimum les inerties tant magnétiques que mécaniques de l'électro et de son armature, si l'on veut pouvoir actionner l'appareil avec un faible courant et ne pas apporter de trouble au fonctionnement du relais.

Les appareils construits sur ces données travaillent aussi régulièrement que s'ils étaient au bout d'une ligne.

De nouvelles recherches ont d'ailleurs montré que leur sensibilité pourrait être considérablement augmentée, et se rapprocher beaucoup de celle des récepteurs acoustiques.

M. LE PRÉSIDENT. — La Société est heureuse de féliciter M. l'Abbé Tauleigne, curé de Pontigny, qui consacre les loisirs que lui laissent les devoirs de sa charge, à faire des recherches scientifiques du plus haut intérêt ; dans le calme de la campagne bourguignonne, il a entendu passer au-dessus de sa tête des ondes hertziennes et il a eu l'ingéniosité de les amplifier et d'en garder la trace écrite. Son appareil servira aux débutants de la télégraphie sans fil qui ont peine à suivre le débit rapide des nouvelles, telles qu'elles sont lancées chaque soir de la Tour Eiffel ; mais il sera précieux également chaque fois que l'on voudra donner à une communication télégraphique le caractère documentaire.

M. l'Abbé Tauleigne connaît si bien son sujet qu'il a parlé sans notes ; il nous excusera donc, si nous lui demandons de vouloir bien rédiger en quelques pages ce qu'il vient de nous exposer avec tant de clarté, afin que ceux de nos membres qui n'assistaient pas à la séance puissent lire sa communication dans notre Bulletin.

J'adresserai aussi nos remerciements à la maison Ducretet et Roger qui vient de nous faire entendre ce que peuvent donner les appareils renforçateurs de sons au perfectionnement desquels M. l'Abbé Tauleigne travaille en ce moment. Nous lui demanderons de nous tenir au courant des résultats qu'il obtiendra.

M. le Président rappelle que les membres de la Société sont invités à visiter, le samedi 25 avril, l'usine centrale de la Société d'Électricité de Paris, à Saint-Denis.

La séance est levée à 22 h.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

SÉANCE DU 28 AVRIL 1914

Sur la proposition du président du Comité, la décision est prise de faire périodiquement, tous les six mois, par exemple, un relevé de l'état d'avancement des recherches subventionnées par la Société d'Encouragement à la demande du Comité des Arts chimiques.

M. Guille rappelle que les recherches confiées à M. Portevin, relatives aux traitements thermiques des produits sidérurgiques et plus spécialement à la trempe, sont terminées. Elles ont fait, de la part de l'auteur l'objet d'une communication en séance publique et le rapport sera remis très prochainement (séance du 8 mai 1909, somme votée 1 000 f).

Les nouvelles recherches confiées à M. Portevin en 1914 sur le traitement à faire subir aux produits sidérurgiques brûlés ou surchauffés pour leur rendre leurs propriétés primitives (2 000 f) qui ont fait l'objet d'une décision du Comité secret dans sa séance récente du 19 février 1914, seront mises en train avant la fin du mois. Il en est de même pour les recherches confiées à M. Durand en 1914 sur le durcissement progressif de certains alliages abandonnés à eux-mêmes après trempe (subvention de 1 500 f).

M. Livache rend compte des recherches poursuivies par M. Nicolardot sur les cuirs et peaux (subvention de 1 000 f, exercice 1910). Ces études sont à peu près complètement terminées. Leur auteur se propose d'en rendre compte à la Société dans une prochaine séance publique.

M. Livache rend compte de l'état d'avancement des tentatives faites pour obtenir la collaboration de savants à des recherches relatives aux cuirs, sur des sujets proposés par le Syndicat de la Tannerie. La somme que la Société se propose de consacrer à ces études s'élève au total à 5 000 f, dont moitié sera prélevée sur le budget de 1914. Différentes demandes ont déjà été reçues ; elles sont classées provisoirement et l'on attendra encore quelque temps avant de prendre une décision à leur sujet, de façon à permettre l'intervention de nouveaux concurrents.

M. Le Chatelier rend compte des recherches poursuivies par M. Damour sur la transformation de l'azote de la houille en ammoniaque (subvention de 1 000 f). Les études avancent rapidement et ont donné des résultats intéressants. Les expériences sur le coke sont terminées ; sa volatilisation dans la vapeur d'eau seule, ce qui est le cas de la fabrication du gaz à l'eau, donne des rendements en ammoniaque, croissant rapidement à mesure que la température s'abaisse.

La proportion d'azote récupérée sous forme d'ammoniaque serait :

Températures	1 000°	900°	800°	700°
Az 0/0 en AzH^3	61	65	74	85

Les mêmes expériences sont en cours pour la houille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Wattebled, qui avait été chargé d'une étude sur le four Hoffmann (subvention de 3000 f, exercice 1913), s'est occupé jusqu'ici de préparer le matériel destiné à ses expériences et de visiter un certain nombre d'usines pour voir comment il pourrait faire sur place les installations nécessaires. Il espère pouvoir étendre ses recherches à quelques usines allemandes.

M. Nicolardot, chargé d'une étude relative à l'écrouissage des métaux (subvention de 3000 f, exercices 1913 et 1914), a mis au point une méthode d'essai, permettant de rechercher si l'écrouissage est une propriété orientée. Il emploie l'impression d'une molette placée successivement dans deux directions perpendiculaires. Il pense pouvoir commencer prochainement les mesures proprement dites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Manuel théorique et pratique du peintre en bâtiments, par M. E. Dulin. In-8 de IV-231 p. Paris, Ch. Béranger, 1913.

Combien de manuels, combien d'ouvrages dits de documentation, n'offrent au lecteur qu'un texte inconsistant et vague, au milieu duquel se rencontrent à peine quelques renseignements substantiels : *rari nantes*... Tel n'est pas l'ouvrage que nous communique M. E. Dulin.

Rédigé par un homme du métier, le *Manuel théorique et pratique du peintre en bâtiments* présente au contraire le puissant mérite d'une documentation très dense, précise et serrée, qui ne laisse place à aucune littérature. Au reste, il ne revêt pas non plus la forme aride d'un memorandum ; ce n'est pas une sorte de dictionnaire, une rebutante énumération de procédés, à l'usage des peintres. C'est un cours.

D'ailleurs M. Dulin nous le donne bien comme tel. A l'heure, dit-il, où la progression constante du prix des terrains, où les conditions générales de la vie accroissent le besoin où se trouve chacun de faire produire le plus tôt possible les capitaux qu'il engage dans une construction, à l'heure où, par conséquent, les entrepreneurs se voient contraints d'exiger de leurs ouvriers une collaboration plus active et une habileté plus grande, on constate, comme dans bien d'autres métiers du reste, que la formation des apprentis ne répond pas aux nécessités actuelles et que les bonnes traditions professionnelles disparaissent insensiblement avec les rares ouvriers qui en sont détenteurs.

Les Écoles d'apprentissage ne donnent donc pas toujours des résultats qui correspondent aux efforts qu'y prodiguent bien des collaborateurs de bonne volonté. Ceci pour des causes, sans doute assez diverses, mais dont une des plus importantes est la suivante :

« Pour que la théorie enseignée, dit M. Dulin, portât réellement ses fruits, il faudrait qu'elle fût complétée par des notes prises à chacune des leçons. » Or chacun connaît la difficulté, pour qui n'y est pas habitué, de prendre des notes en écoutant un cours. Bien peu de jeunes ouvriers ont l'énergie de s'astreindre à un tel travail, auquel ils ne sont pas préparés. Aussi l'auteur, a-t-il voulu que les cours fussent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complétés par une méthode écrite que chaque élève pourrait apprendre seul au besoin et consulter toujours, même dans la suite. Et c'est, pour qu'il remplît le rôle d'une telle méthode, qu'il a écrit son livre.

« En effet, ajoute M. Dulin, parmi les ouvrages traitant de la peinture, il serait difficile d'en rencontrer un seul, écrit spécialement par un ouvrier pour les ouvriers. »

Il a donc comblé la lacune, aidé par une expérience de trente ans, en réunissant les connaissances indispensables à tout bon praticien, les traditions éparses qui semblent devoir se perdre, et les moyens et procédés que l'apprenti aurait peut-être mis des années à dégager seul de la routine du chantier.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la matière du livre. L'auteur, après avoir traité de l'outillage et des matières premières : couleurs et liquides employés en peinture, passe aux principes généraux de mise en œuvre, puis aux détails d'exécution des divers ouvrages de peinture : à l'huile, à la colle, etc. Il décrit ensuite les travaux spéciaux que constituent les faux-bois, faux-marbres, etc., et termine par les nettoyages.

Une seconde partie du traité est consacrée à la vitrerie, aux papiers peints, à la dorure.

Une série de renseignements et recettes et des conseils d'hygiène complètent enfin l'ouvrage, qui rendra, croyons-nous, de grands services, et dont la dédicace indique nettement le programme et la conception généreuse et confraternelle :

« *Aux ouvriers peintres qui aiment leur profession.* »

P. COUTURAUD.

La silice et les silicates, par M. HENRY LE CHATELIER. In-8 de 574 p. avec 60 fig. Paris, A. Hermann et Fils. (Prix : 15 f.)

En écrivant un gros volume sur la silice et les silicates, M. Henry Le Chatelier s'est, proposé, comme il l'indique dès les premières lignes de la préface, d'appeler l'attention sur des corps d'une importance extrême, mais trop négligés malheureusement dans l'enseignement de la chimie.

La silice et les silicates forment peut-être à eux seuls les 9/10 de la croûte terrestre sur laquelle nous vivons ; ils ont reçu de nombreuses applications industrielles : matériaux de construction et d'empierrements, ciments et chaux hydrauliques, céramique, verrerie, laitiers métallurgiques, etc.

A ce seul titre ils mériteraient déjà de retenir notre attention à l'égal de la chaux et du fer. Mais de plus ces corps représentent au point de vue de la science théorique des particularités très curieuses, suffisantes, semble-t-il, pour éveiller l'intérêt des savants même le plus dédaigneux des applications pratiques. La silice est, de tous les corps, le plus polymorphe. Elle ne présente pas moins d'une dizaine de variétés définies distinctes. Enfin les silicates forment une famille innombrable de sels métalliques qui ont, en plus, la propriété rare de se mêler en des cristaux mixtes de compositions indéfiniment variables, tout en conservant des formes cristallines fixes.

Ces deux faits donnent à la silice un intérêt comparable à celui du carbone, pourtant on n'en parle nulle part, tandis que le carbone a envahi toute la chimie et acca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pare aujourd'hui plus de la moitié de l'enseignement de cette science. Un tel excès d'honneur en regard d'un tel excès de mépris indique un défaut d'équilibre choquant dans la rédaction de nos programmes. La mode, comme partout ailleurs, fait la guerre au bon sens.

Pour agir contre cette situation regrettable, pour faciliter aux professeurs de chimie l'évolution de leur enseignement, M. Le Chatelier a réuni dans un même volume facilement accessible les documents les plus importants relatifs à l'histoire de la silice, aujourd'hui disséminés dans des publications périodiques souvent difficiles à se procurer et plus encore à compulser.

Les 10 premiers chapitres, soit le tiers du volume, sont consacrés à l'étude de la silice libre, c'est-à-dire non combinée aux bases. Ils donnent, entre autres sujets importants, le résumé des travaux de Descloizeaux sur les macles du quartz, de Hildebrand sur le dosage de la silice, de Van Bemmelen sur la silice colloïdale, de P. Curie sur la piézo-électricité, et enfin de l'auteur du présent volume sur la transformation du quartz à 580°, sur sa dilatation, sa polarisation rotatoire et sa double réfraction aux températures élevées, sur les transformations réciproques des différentes variétés de silice l'une dans l'autre, et enfin sur la dilatation extrêmement faible de la silice fondue.

Les 5 chapitres suivants sont consacrés à l'étude des verres. Ils résument plus particulièrement les travaux effectués, par les savants groupés autour des usines d'Iéna, sur l'altérabilité chimique et les propriétés optiques des verres; ceux de l'auteur du volume et de ses élèves sur la fusibilité, la dilatation et les propriétés mécaniques des verres.

Les chapitres 16 à 21 décrivent quelques-uns des silicates définis naturels et artificiels les plus intéressants par leurs applications : les silicates alcalins, silicates de chaux et de magnésie, silicates d'alumine. Les plus importants de ces chapitres résument les travaux d'Arthur Dey et de ses collaborateurs sur les silicates de chaux et de magnésie, ceux de l'auteur du volume sur les silicates basiques de chaux et sur la théorie du durcissement des mortiers hydrauliques, sur les silicates d'alumine et sur la constitution des argiles.

Les deux derniers chapitres du volume sont consacrés, l'un à des applications pratiques relatives à la céramique et l'autre à un coup d'œil sur la constitution des roches naturelles, des laitiers métallurgiques.

L'auteur s'est donc efforcé dans ce volume de grouper autour de la silice les points de vue multiples que comporte son étude scientifique complète; il s'estimera heureux s'il peut procurer quelque considération à un aussi estimable composé chimique.

Manuel pratique de prévention des accidents du travail, par MM. Louis Zacon et René Lefebvre. In-8 de 153 p. avec 135 fig. Paris, Les Éditions techniques, 18, boulevard Beaumarchais, 1913.

Ce manuel est publié sous le patronage de la Compagnie d'Assurances contre les accidents « La Prévoyance ». Les auteurs, M. Louis Zacon, Inspecteur du travail dans l'industrie et M. René Lefebvre, inspecteur technique à la Compagnie La Prévoyance, l'ont conçu comme un recueil condensé de préceptes et de dispositifs pour éviter les accidents du travail. Ils l'ont réalisé dans un style très concis et très clair.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ouvrage débute, sans préface, par des considérations générales sur les accidents du travail. On compte en France, chaque année, un total de 466 000 accidents (année 1910) ; la proportion est de 87,2 par 1 000 ouvriers occupés. Le chiffre des morts est de 2 450 ; celui des incapacités permanentes de 6 000 environ. Les règlements des sinistres ont occasionné pour l'industrie une dépense dépassant 100 millions de francs.

D'où la nécessité évidente de tout faire pour prévenir les accidents.

Ceux causés par les transmissions sont nombreux et très graves, mais ils peuvent être facilement évités. Les auteurs exposent les dispositifs utiles. Puis ils traitent successivement des accidents causés par les machines motrices, par les machines servant au travail des métaux, par les machines à bois, par les machines diverses : calandres, essoreuses, etc. ; par les appareils de levage : ascenseurs ; par les courants électriques ; enfin par la chute de l'ouvrier ou par celle des matériaux.

La loi du 31 décembre 1912 modifiant celle du 29 novembre 1904, relative à l'hygiène et à la sécurité des travailleurs est donnée en annexe. Les auteurs insistent sur ce que certaines prescriptions sont introduites dans la loi et peuvent donner lieu à des procès-verbaux sans mise en demeure préalable.

La fermentation alcoolique, par M. ARTHUR HARDEN. Paris, A. Hermann et Fils, 1913.

Cette monographie fait partie de la collection de monographies, traitant des questions biologiques actuelles et publiées sous la direction de M. A. Dastre, membre de l'Institut. Elle est due au professeur Arthur Harden, directeur du service de chimie biologique à l'Institut Lister, à Londres.

Une introduction historique très développée nous mène jusqu'à la découverte de la zymase par Buchner en 1897. L'étude de ses propriétés, le rôle des phosphates dans la fermentation alcoolique, l'action des agents accélérateurs ou inhibiteurs sur les ferments du suc de levure, les produits accessoires de la fermentation, les phénomènes chimiques, le mécanisme de la fermentation sont étudiés successivement avec une grande richesse de références que l'on trouvera indiquées dans la riche bibliographie que termine cet exposé.

Radiations visibles et invisibles. Conférences faites à l'Institution royale de Grande-Bretagne, augmentées de conférences nouvelles, par M. SILVANUS P. THOMPSON. 2e édition. In-8 de III-376 p. avec 196 fig. (Prix : 7,50 f.) Paris, A. Hermann et Fils, 1914.

Extraits de l'Introduction. — Nous présentons aujourd'hui au public une traduction française d'un petit volume de M. Silvanus P. Thompson qui a eu un grand succès dans son pays d'origine. La manière d'exposer les questions scientifiques, surtout la physique, est très différente d'un côté à l'autre du détroit. L'habitude chez les auteurs anglais d'exposer les questions les plus vastes, en commençant par suivre dans ses détails la description d'un cas particulier ou d'une série de cas particuliers présentés sans préambule au lecteur, donne à la littérature scientifique anglaise une physionomie toute particulière, qui pourrait étonner un peu le lecteur français non averti. Elle ne va pas sans une certaine bonhomie, qui en est un charme. Quand le lecteur a fini le chapitre, il a appris à connaître les caractères généraux d'une classe de phénomènes, et les lois qui les relient, mais sous une forme presque fami-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lière qui présente une moins belle ordonnance logique, mais qui est plus propre à exciter l'intérêt et le goût des sciences physiques qu'un exposé plus dogmatique et plus abstrait.

La première édition anglaise de ce petit volume remonte à 1896. Bien que cette date puisse paraître déjà ancienne, le livre n'a pas vieilli. La plupart des questions qui y sont exposées possèdent, en effet, un caractère fondamental, qui les préserve des variations de la mode : elles sont à la base nécessaire de toute l'optique. Pour d'autres, M. Silvanus Thompson a ajouté dans la deuxième édition anglaise, datée de 1910, des compléments destinés à mettre l'ouvrage au courant.

La lumière électrique et ses différentes applications au théâtre, installation et entretien, par M. V. TRUDELLE. In-8 de VI-295 p. avec 80 fig. (Prix : 10 f.) Paris, H. Dunod et E. Pinat.

L'étude de M. Trudelle est surtout un recueil de notes pratiques prises depuis l'origine de l'installation de l'électricité au théâtre, sur le chantier même. L'expérience acquise par les hommes et les choses au milieu des praticiens anciens et nouveaux a fourni une partie de ces notes que l'auteur a centralisées au cours de ses travaux dans les salles de spectacles tant en France qu'à l'étranger.

L'ouvrage commence par donner un aperçu historique sur l'établissement des théâtres en France, par expliquer les dénominations données aux diverses parties d'une salle de spectacle et aux accessoires employés; il expose ensuite les conditions d'établissement de la lumière électrique, en renseignant sommairement le lecteur sur les procédés d'éclairage antérieurement employés; il décrit au point de vue documentaire les genres de machines servant à la production de l'électricité et les dispositions prises actuellement pour assurer la continuité de l'éclairage ; quelques relevés de dépenses de matériel et d'exploitation renseignent sur la question financière.

Cet ouvrage, le seul de ce genre, sera d'un grand secours aux spécialistes.

La soie au point de vue scientifique et industriel, par M. L. VIGNON, directeur de l'École de Chimie industrielle de Lyon. Nouvelle édition. In-16 de 432 p., avec 101 fig. (Prix : 5 f.) Paris, J.-B. Baillière et fils, 1914.

MM. Vignon et Bay commencent par étudier l'origine et la production de la soie; ils étudient donc tout d'abord la culture du mûrier et l'élevage du ver à soie pour produire le cocon et assurer en même temps la reproduction du ver; le ver, la chrysalide et le papillon sont successivement étudiés; viennent ensuite les maladies du ver à soie, puis le triage et le dévidage des cocons.

L'industrie intervient ensuite pour transformer le cocon en fil. Voici le titre des divers chapitres consacrés à l'industrie de la soie : étude physique et chimique de la soie grège ; le moulinage ; les déchets de soie et l'industrie de la schappe; les soieries; essais, conditionnement et titrage; la teinture; le tissage ; finissage des tissus; impression; apprêts ; classification des soieries; l'art dans l'industrie des soieries; documents statistiques sur la production des soies et soieries.

M. Vignon avait une compétence toute désignée pour écrire ce livre qui tient compte, dans la nouvelle édition qui vient de paraître, de toutes les découvertes scientifiques ou techniques les plus récentes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'apprêt des tissus de laine peignée, par M. HENRI LAGACHE, ingénieur civil, professeur à l'École nationale des Arts industriels de Roubaix. In-8 de VII-438 p. avec 214 fig. (Prix : 18 f.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

M. Lagache a tenté d'expliquer, dans cet ouvrage, les operations essentielles de l'*apprêt* et d'en faire une théorie qui permettra d'améliorer les résultats obtenus, et même d'arriver à des méthodes nouvelles, car il montre que des pratiques anciennes ont été supprimées, alors qu'elles méritaient d'être étudiées de plus près.

L'apprêteur est, encore de nos jours, considéré avec raison comme un routinier. Car il y a bien des choses qui ne peuvent s'expliquer clairement, comme tout ce qui est lié intimement à l'une de nos sensations. Ce qui fait l'habileté de l'apprêteur, c'est la sensibilité et la délicatesse de son toucher, qui lui permettent de juger ce qui manque à une étoffe pour lui donner la main demandée. Cette habileté professionnelle sera toujours nécessaire, et elle ne pourra s'acquérir qu'en travaillant et en manipulant un grand nombre de tissus dans les ateliers, puis en déterminant, par la manutention, les modifications apportées par les différents traitements appliqués. Un bon apprêteur devrait commencer à se former dans les triages de laine où il apprendrait à discerner les diverses variétés de laines par le tact et autres caractères physiques dont la connaissance fait la réputation des bons acheteurs.

En dehors de la question des opérations proprement dites, il en est une autre qui doit attirer l'attention de l'apprêteur et dont l'importance est telle qu'elle prime souvent la première : c'est celle de l'organisation intérieure de l'usine et de l'amélioration du rendement des machines. Les usines d'apprêt emploient en effet un matériel très compliqué, qui exige une consommation énorme de vapeur, soit pour le chauffage proprement dit, soit pour le traitement lui-même. Il en résulte que le chef d'usine, le directeur de tels établissements doivent être aussi des ingénieurs habiles, sachant tirer de toute machine le meilleur résultat possible. Or, des expériences nombreuses, des déterminations de prix de revient, des essais comparatifs ont été faits dans diverses circonstances et ont donné lieu à des rapports disséminés dans différentes publications.

M. Lagache a rassemblé tous ces documents, car il a jugé que l'on pourrait d'abord tirer des indications précieuses des essais qui ont été ainsi exécutés; et qu'en tout cas, ils renseignent sur les meilleures méthodes à adopter quand on se trouve en présence d'un problème semblable.

Il a aussi insisté sur la construction des machines et sur la constitution des organes qui servent à régler les appareils. Bien souvent, en effet, on voi , dans les usines, employer un métier d'une manière peu rationnelle, précisément parce que l'apprêteur ne connaît pas assez le principe qui se trouve appliqué.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN AVRIL 1914

TRUDELLE (V.). — **La lumière électrique et ses différentes applications au théâtre.** Installation et entretien. In-8 (25 × 16) de VI-295 p., 80 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15252**

MAURICE (J.). — **Étude économique d'une affaire minière.** In-8 (22 × 15) de 308 p., avec 10 graphiques et 53 tableaux. Paris, Ch. Béranger, 1914. **15253**

GIOLITTI (FRÉDÉRIC). — **La cémentation de l'acier.** Traduction française par ALBERT PORTEVIN. In-8 (25 × 16) de 548 p., 155 fig. Paris, A. Hermann et Fils, 1914. **15254**

THOMPSON (SILVANUS P.). — **Radiations visibles et invisibles.** Conférences faites à l'Institution royale de Grande-Bretagne. Traduites et annotées par L. DUNOYER. 2e éd. In-8 (23 × 14) de III-376 p., 196 p. Paris, A. Hermann et Fils, 1914. **15255**

CHWOLSON (O. D.). — **Traité de physique.** Traduit par E. DAVAUX. Édition revue et augmentée par l'auteur. Tome V, fasc. 1 : **L'énergie électrique ; champ magnétique variable** de VI-266 p., fig. Paris, A. Hermann et Fils, 1914. **15256**

MOULINEY (GÉRARD). — **Carrelages et faïences.** Technique de la fabrication des carreaux de grès. In-4 (27 × 20) de 143 p., 157 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15257**

MARRE (FRANCIS). — **L'élevage rationnel des oies.** In-8 (21 × 13) de 80 p., 6 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique. **15258**

GERONIMI (FERDINANDO). — **Chronique illustrée du Concours international de télégraphie pratique. Turin 1911.** In-4 (32 × 22) de X-184-CLI p., fig. Milano, chez l'auteur, Piazza Venezia, 2. **15259**

VERMOREL (V.) et DANTONY (E.). — **Notes sur les préparations insecticides, fongicides et bouillies mouillantes.** In-8 (21 × 13) de 58 p., Montpellier et Villefranche, Bureaux du Progrès agricole et viticole. **15260**

VIGNON (LÉO) et BAY (ISIDORE). — **La soie au point de vue scientifique et industriel.** 2e éd. (Encyclopédie industrielle) de 432 p., 101 fig. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1914. **15261**

DUPONCHELLE (J.). — **Manuel pratique de fonderie.** Cuivre, bronze, aluminium, alliages divers. In-8 (21 × 13) de XV-258 p., 200 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15262**

GILDEMEISTER (E.) et HOFFMANN (FR.). — **Les huiles essentielles.** 2e éd. par E. GILDEMEISTER. (Ouvrage publié sous les auspices de la Maison Schimmel et Cie à Miltitz près Leipzig.) Traduit d'après la 2e éd. allemande de 1913, par Gustave LALOUE. Tome II. Miltitz près Leipzig, Schimmel et Cie, 1914. **15263**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — **Inventaire général des richesses d'art de la France. Paris : Monuments civils.** Tome IV. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1913. **15264**

DULIN (E.). — **Manuel théorique et pratique du peintre en bâtiments**, à l'usage des apprentis, ouvriers et contremaîtres, architectes, vérificateurs, commis d'entreprise, entrepreneurs, etc. In-8 (23 × 14) de IX-231 p., 45 fig. Paris, Ch. Béranger, 1913. **15265**

OFFICE DU TRAVAIL DE BELGIQUE. — **Enquête sur la pêche maritime en Belgique. 2e partie : Étude sociale de la pêche maritime**, par ROBERT VERMAUT et CHARLES DE ZUTTERE, de XII-596 p., 24 fig., XX pl. Bruxelles, J. Lebègue et Cie; Albert Dewit, 1914. [**15266**

OFFICE DE L'ASSURANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES, BELGIQUE. — **Rapport relatif à l'exécution de la loi du 31 mars 1898 sur les Unions professionnelles pendant les années 1908-1910.** In-8 (25 × 16) de CIII-381-16 p. Bruxelles, J. Lebègue et Cie; Albert Dewit, 1914. **15267**

***

TOBIANSKY D'ALTOFF (ALFRED). — **L'industrie de l'azote atmosphérique.** In-8 de 16 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **Pièce 12095**

Pulvérisation (La) vésiculaire. Appareils Excelsior. In-8 de 15 p., 3 fig. **Pièce 12096**

COMITÉ CENTRAL D'ÉTUDES ET DE DÉFENSE FISCALE. — **Examen de la situation économique résultant des projets financiers.** Assemblée des Présidents des Chambres de commerce de France. In-8 de 46 p. Paris, 21, rue Croix-des-Petits-Champs. **Pièce 12097**

GUYE (PH.-A.). — **Rapport sur l'unification des abréviations bibliographiques dans les mémoires de chimie.** In-8 de 11 p. Genève, Imp. Albert Kündig, 1914. **Pièce 12098**

COMPAGNIE ALGÉRIENNE. — **Assemblée générale ordinaire du 21 mars 1914.** Rapport du Conseil d'administration. Rapport des Commissaires. Résolutions votées par l'Assemblée générale. Exercice 1913. In-4 de 20 p. Paris, Impr. Chaix, 1914. **Pièce 12099**

RAIMBERT (L.). — **Filtre à sable Raimbert à bac de lavage indépendant.** In-8 de 8 p., fig., 1 pl. Paris, 150, boulevard Magenta. **Pièce 12100**

***

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES. — **Compte rendu des Sessions.** 2e session, Lyon 1873; 7e s., Paris 1878; 9e s., Reims 1880; 10e s., Alger 1881; 11e s., La Rochelle 1883; 14e s., Grenoble 1885; 16e s., Toulouse 1887; 17e s., Oran 1888; 18e s., Paris 1889; 21e s., Pau 1892; 22e s., Besançon 1893; 23e s., Caen 1894; 27e s., Nantes 1898; 28e s., Boulogne-sur-Mer 1899; 29e s., Paris 1900; 30e s., Ajaccio 1901; 31e s., Montauban 1902; 32e s., Angers 1903; 33e s., Grenoble 1904; 34e s., Cherbourg 1905; 35e s., Lyon 1906; 36e s., Reims 1907; 37e s., Clermont-Ferrand 1908; 38e s., Lille 1909; 39e s., Toulouse 1910; 40e s., Dijon 1911; 41e s., Nîmes 1912. **Pér. 214**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. XLIV (1912). **Pér. 201**

SOCIÉTÉ DE CHIMIE PHYSIQUE. — **Publications.** Fasc. VII : **Le paramagnétisme appliqué**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'étude des sels métalliques, par Mlle E. FEYTIS. — Fasc. VIII : **Relations entre la constitution chimique et la coloration des corps organiques**, par M. ANDRÉ MEYER. 1914. **Pér. 46**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LA PROTECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — **Bulletin**, n° 8, 2e série, 1912-1913. (Travaux de l'Association). **Pér. 320**

ASSOCIATION INTERNATIONALE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX. — **Congrès de Budapest, 1901.** (42 fascicules) (Don de M. Mesnager, Membre du Conseil). **Pér. 343**

STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE. — **Annuaire statistique.** XXXIIe vol., 1912. Paris, Imprimerie Nationale, 1913. **Pér. 98**

L'Agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

113e ANNÉE. — 1er SEMESTRE. JUIN 1914.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté, au nom du Comité des Arts mécaniques, par M. James Dantzer, sur l'ouvrage de M. Henri Neu intitulé *La chaleur et l'humidification dans le travail des textiles.*

L'ouvrage que M. Henri Neu, ingénieur civil à Lille, vient de présenter à la Société d'Encouragement a pour but l'étude de la chaleur et de l'humidification dans le travail des matières textiles.

On sait que, lorsque les fibres textiles sont placées dans un milieu qui leur est favorable tant au point de vue de la chaleur qu'au point de vue hygrométrique, elles deviennent plus souples, plus lisses et elles ont plus de cohésion entre elles, ce qui facilite leur travail tout en réduisant le déchet de fabrication dans une notable proportion. On sait également que ces conditions particulières de température et d'humidité qui contribuent à augmenter la résistance et l'élasticité des fils dans une certaine limite doivent être uniformes et constantes pour chaque sorte de textile, quels que soient les saisons et les climats.

S'inspirant de ces considérations, un grand nombre d'inventeurs et de spécialistes, après de patientes recherches, sont arrivés à réaliser des dispositifs très ingénieux qui permettent de régulariser la température et l'état hygrométrique des filatures et tissages, tout en solutionnant en même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps le problème de l'hygiène. Les industriels de leur côté ont reconnu toute l'importance de cette question et s'y intéressent chaque jour davantage. Malheureusement, pour se former une opinion, ils n'ont eu jusqu'alors à leur disposition aucun ouvrage complet, et c'est pour combler cette lacune dans une certaine mesure que M. Neu, ingénieur spécialiste, dit avoir entrepris la publication du travail que nous examinons et qui comporte trois parties principales ayant trait respectivement à la chaleur et à l'humidification tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

Le chapitre premier contient un résumé des principes de physique se rapportant à l'étude de la chaleur ainsi que la description des appareils de thermométrie couramment employés et un tableau comparatif des degrés thermométriques.

L'auteur examine ensuite les principaux modes de transmission de la chaleur, les causes diverses d'élévation de la température, etc., et enfin expose les différents modes de chauffage et les types d'humidification et de ventilation combinés avec le chauffage auxquels on a recours habituellement dans les usines.

Dans le deuxième chapitre de son livre, M. Neu fait une étude physique des gaz et de la vapeur d'eau et, après avoir décrit les principaux appareils de mesure de l'état hygrométrique, il expose les principes sur lesquels reposent les divers systèmes d'humidification en usage dans l'industrie et établit le calcul des installations comportant soit des appareils atomiseurs soit des appareils vaporisateurs.

Des considérations sur la quantité d'eau absorbée par les matières ouvrées, sur la capacité hygroscopiqne des textiles et sur la détermination du renouvellement d'air nécessaire pour ne pas dépasser une contenance maximum déterminée d'acide carbonique dans l'air d'une salle complètent ce chapitre.

Le chapitre III, qui est de beaucoup le plus important, comme étendue, est consacré à l'étude pratique des questions de chauffage et d'humidification ; l'auteur examine successivement les matières textiles suivantes : le lin, le chanvre, le jute, la ramie, le phormium, la laine, la soie, les déchets de soie et la soie artificielle ; il donne pour chacune d'elles des notions générales soit sur le mode de production, soit sur les principaux caractères physiques, soit enfin sur le mode de travail en filature en déter-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minant pour chaque cas les températures et état hygrométrique minima pour le meilleur travail, et en montrant l'influence de la chaleur et de l'humidification sur les filaments textiles considérés.

M. Neu donne ensuite des notions générales sur les préparations de tissage, puis successivement sur le tissage du coton, du lin, et de la laine et, après avoir montré l'influence de la chaleur et de l'humidité en tissage et rapporté des essais dynamométriques effectués sur fils secs et humides, il indique dans un tableau les températures et états hygrométriques minima pour le meilleur travail en tissage de coton, lin, chanvre, jute, etc.

Enfin, comme conclusion, il expose le programme d'une installation d'humidification avec rafraîchissement l'été et chauffage l'hiver, pour qu'elle puisse être déclarée parfaite.

L'ouvrage de M. Neu, dont nous venons de présenter un aperçu sommaire, est édité avec grand soin par la Librairie générale Taillandier; il comporte 248 pages avec 26 figures et 23 tableaux intercalés dans le texte et l'on y trouve réunies beaucoup d'indications théoriques et descriptives que l'on doit chercher d'ordinaire dans un grand nombre d'ouvrages ainsi que dans une importante suite de monographies et de notices spéciales.

Il constitue donc à notre avis une étude d'ensemble très bien faite, très précise, de consultation très commode de tout ce qui a trait à la technique du chauffage et de l'humidification dans l'industrie textile et votre Comité des Arts mécaniques, qui a bien voulu partager notre manière de voir, a l'honneur de vous proposer, Messieurs, de féliciter M. Neu de son intéressant travail tout en vous demandant de vouloir bien décider l'insertion du présent rapport au Bulletin de la Société.

Signé : James Dantzer, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance publique, le 12 juin 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

Rapport de M. Auguste Moreau, présenté, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur l'ouvrage de M. Chalon intitulé *Les eaux souterraines, captage et purification.*

M. Chalon, l'ingénieur bien connu, spécialiste en matière de mines, d'explosifs et d'hydrologie, a refondu entièrement en 1913 son intéressant ouvrage, sur « Les eaux souterraines » qui venait d'atteindre en peu de temps sa troisième édition.

L'auteur ayant fait don à notre bibliothèque d'un exemplaire de ce traité, le Bureau l'a renvoyé pour examen au Comité des Constructions et Beaux-Arts, qui a bien voulu nous déléguer la mission d'en faire l'analyse dans un rapport spécial. C'est ce rapport que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à la Société.

L'ouvrage débute par une introduction qui donne la définition et montre l'utilité de l'hydrologie, avec les divers moyens employés de nos jours pour découvrir les sources et nappes d'eau : ondes électriques, acoustèle de M. Diénert, etc., sans en excepter les fameuses baguettes divinatoires. A propos de ces dernières, M. Chalon expose très impartialement tous les faits et arguments favorables ou défavorables et conclut que la découverte des eaux par les bacillogyres résulte d'une certaine sensibilité pathologique, une longue pratique du métier et, ce qui ne leur nuit pas, certaines connaissances empiriques d'hydrologie, mais ne réside en rien dans la nature de la baguette elle-même.

Nous signalons, avec l'auteur, les éminents services que peut rendre à toutes les personnes qui s'occupent de ces questions le Geological Survey des États-Unis, qui distribue généreusement dans le monde entier les remarquables études professionnelles de ses membres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cela posé, l'ouvrage proprement dit se divise en trois parties, savoir :

1re partie. — Recherche et captage des eaux souterraines ;

2e partie. — Stérilisation des eaux,

3e partie. — Législation des sources et des eaux.

1re PARTIE.

Recherche et captage des eaux souterraines.

Cette première partie, de beaucoup la plus importante, occupe les trois quarts du volume et se divise en treize chapitres tous intéressants que nous examinerons rapidement.

Chapitre I. — Notions de géologie et de stratigraphie applicables aux recherches hydrologiques. — L'auteur passe en revue les trois sortes de roches : éruptives, volcaniques et sédimentaires; revue rapide, mais très complète et qui se termine par un tableau général des terrains stratifiés avec tous les étages géologiques et les nouveaux noms qui leur ont été donnés depuis quelques années. Ces noms, le plus souvent ignorés des hommes de notre génération, sont fort précieux à connaître, sous peine de ne pouvoir suivre ni comprendre les travaux des géologues modernes.

Signalons aussi, dans ce chapitre, l'exposé des règles de stratigraphie les plus usuelles et les plus utiles pour l'étude de l'hydrologie.

Le chapitre II étudie les cartes topographiques et géologiques et les services qu'elles peuvent rendre pour la recherche des eaux. La carte géologique, en particulier, qui ne donne que les terrains de la surface, peut, jusqu'à un certain point et par extension, permettre de conclure ce qu'il y a en profondeur et de fixer les niveaux de drainage des nappes souterraines.

Le chapitre III a pour titre : « Origine des eaux souterraines et leur action sur les roches et le sol. » Il se subdivise lui-même en quatre sous-chapitres, savoir :

1. Origine des eaux souterraines. — Comme tout le monde aujourd'hui, et après avoir exposé les principales hypothèses concernant la formation des eaux souterraines, des temps anciens à nos jours, M. Chalon conclut que les nappes d'eau souterraines, comme les cours d'eau superficiels, sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exclusivement dues à des condensations atmosphériques. C'est M. Degousée, dans son guide du sondeur, qui, dès 1847, paraît être le premier à avoir affirmé cette vérité très discutée à l'origine.

2. Influence de la végétation. — Les végétaux servent surtout de régulateurs; après avoir absorbé l'eau qui leur est nécessaire, ils laissent filtrer le reste d'une façon permanente et régulière s'ils sont nombreux (sources perpétuelles ou pérennes), d'une manière plus torrentielle s'ils sont rares et grêles (sources accidentelles ou intermittentes) avec ravinement du sol et entraînement des terres végétales.

Les forêts, en particulier, ont un rôle aujourd'hui bien connu, réduisant les eaux ruisselantes et favorisant les infiltrations dans le sous-sol. Elles retiennent, en effet, par leurs feuilles, leurs tiges, leurs couverts et leurs racines, les eaux et les neiges sur le sol; il en résulte également que la condensation des nuages se fait plus aisément au-dessus de la forêt que sur la plaine : elles préservent enfin l'eau des pollutions microbiennes si fréquentes dans les sols dénudés.

3. Action des eaux sur les roches. — Les eaux pluviales, en traversant l'atmosphère, absorbent des gaz avec lesquels elles forment de véritables combinaisons acides ou basiques; tels sont l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, l'ammoniaque, l'acide azotique, le carbonate d'ammoniaque, l'azotate d'ammoniaque, le chlorure et le sulfate de sodium, le sulfate de calcium, des matières organiques. Tous ces éléments donnent à l'eau un grand pouvoir oxydant et dissolvant, encore accru par l'absorption de l'acide carbonique dégagé par les racines des plantes et les combustions lentes des matières organiques.

Les eaux météoriques, en dehors de leur action purement mécanique et physique, sont donc outillées pour faire, avec les produits du sol, toutes sortes d'échanges et de réactions chimiques; elles sont très efficacement préparées pour attaquer les roches quelles qu'elles soient, depuis les plus dures, comme le granit, jusqu'aux plus friables.

4. Niveau hydrostatique. — Cet effet cependant est forcément limité en profondeur, car, en perdant leurs éléments d'attaque, en particulier l'oxygène, au contact des premières couches qu'elles rencontrent, elles deviennent de moins en moins actives pour cesser bientôt de l'être d'une manière complète.

Elles continuent néanmoins à descendre jusqu'à ce qu'elles rencontrent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un lit imperméable qui les arrête et qu'on appelle niveau de drainage; la surface supérieure de la nappe ainsi formée porte le nom de niveau hydrostatique recherché par les sondeurs et dont les affleurements constituent les sources.

Le chapitre IV étudie les conditions de perméabilité et d'imperméabilité des terrains et se divise naturellement en deux paragraphes relatifs, l'un aux terrains perméables, l'autre aux terrains imperméables.

Dans les premiers, l'absorption de l'eau a lieu par imbibition directe comme dans la craie compacte, par remplissage des vides comme dans le sable, et par pénétration dans les fentes ou cassures, autrement dit les diaclases, comme dans les calcaires fissurés.

Des tableaux fort précieux donnent les pouvoirs de pénétration dans différentes roches. Signalons les expériences personnelles de l'auteur pour estimer la quantité d'eau retenue par mètre cube dans les vides d'un certain nombre de matériaux.

Les terrains imperméables sont les marnes, mélanges d'argile et de calcaire, ou carbonate de chaux, quelquefois de carbonate magnésien (marnes vertes) et les roches compactes et massives non fendillées, telles que les granits, gneiss, porphyre, quartz, quartzites, dolomies, etc. Contrairement à une opinion courante, on ne doit pas considérer l'argile comme imperméable sauf la glaise, variété contenant de la chaux et de l'oxyde de fer. En pratique cependant, cette imperméabilité existe le plus souvent quand la roche atteint de 0,50 m à 0,60 m, car l'eau pluviale n'a généralement pas le temps de les pénétrer. Mais lorsque la saison pluvieuse se prolonge outre mesure, il y a successivement imbibition et saturation des terrains argileux, puis écoulement de l'excès d'eau. C'est ce qui produit quelquefois des déplacements de roches, parfois de collines entières, qui entraînent des catastrophes comme nous en avons tous des exemples présents à la mémoire.

Dans le chapitre V, nous voyons les lois générales de l'hydrologie souterraine déduites de la configuration physique du sol. Ce chapitre présente trois subdivisions :

1. Reconnaissance des terrains imperméables. Cette reconnaissance, pour les initiés, se fait aisément, d'après la forme des roches et la végétation qu'elles engendrent; en outre, quelquefois la couche perméable supérieure est très mince; il se forme alors des marais et tourbières; de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes façons le sol est sillonné de vallons, de ravins et parsemé de nombreux cours d'eau; les eaux ont tendance à séjourner à la surface, formant des lacs et des étangs, puis s'écoulent en ravinant les versants.

2. Reconnaissance des terrains perméables. Ces terrains en général, et les calcaires en particulier, au contraire des terrains imperméables, sont creusés de profondes vallées et les plateaux y sont importants. Ensuite une végétation toute différente s'y observe jusque dans les plus infimes échantillons, comme les champignons, qui sont fort différents dans les deux sortes de terrains. Tout terrain plat, peu accidenté et montrant peu de ruisseaux, est l'indice qu'il est perméable, les eaux pluviales n'y séjournant pas et le traversant rapidement.

3. Les lois générales résultant des deux paragraphes précédents sont ici présentées sous forme concrète.

Le régime des eaux souterraines et des sources est étudié dans le chapitre VI qui se divise en quatre parties :

1. Origine des sources. — Les eaux de pluie pénètrent dans le terrain perméable, le saturent, et l'excès d'eau subséquent se déplace au-dessus de la roche imperméable sous-jacente ou niveau de drainage. La première couche aquifère de ce genre est ce qu'on appelle la nappe phréatique; c'est la plus rapprochée du sol, celle qui alimente les puits ordinaires d'où lui vient son nom (φρεας, puits).

Mais on conçoit qu'il puisse exister plusieurs niveaux de drainage, partant, plusieurs couches aquifères superposées et contenues entre divers bancs imperméables. Les plus profondes sont dénommées souvent artésiennes, quoique cette expression dût être réservée aux eaux ascensionnelles, et parce qu'en fait, elles présentent généralement cette propriété.

L'affleurement de ces eaux en un point quelconque du sol, le plus souvent au flanc d'un coteau, constitue ce qu'on appelle une source.

2. Influence du milieu perméable. — La circulation souterraine est d'autant plus intense que les vides existant entre les matériaux sont plus grands. Pour s'en rendre compte, M. Chalon compare les variations de vitesses à celles que doivent prendre les eaux courantes pour entraîner les cailloux ou sables de leur lit et qu'il indique dans un tableau dont les éléments ont été calculés d'après la formule de M. le professeur Uzielli.

3. Influence des dénivellations du plan de drainage. Le niveau de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

drainage n'est naturellement pas à pente uniforme et il présente des reliefs et des dépressions qui peuvent interrompre la régularité de l'écoulement quand l'apport des eaux n'est pas continu, les sources correspondantes sont alors intermittentes. Mais dans le cas contraire, qui est le plus fréquent, le mouvement se poursuit dans le sens de la gravité et l'on a une source perpétuelle ou pérenne.

4. Cours d'eau et lacs souterrains. — Dans certains terrains, comme les roches fissurées, les eaux, par des effets chimiques (corrosion) et mécaniques (érosion), s'ouvrent peu à peu passage dans les diaclases qu'elles élargissent; il en résulte des couloirs, des réservoirs, des abîmes, des grottes, des cavernes et même des glacières. D'après M. Martel, ce sont les eaux descendantes, très actives, qui ont creusé ces cavités. Les eaux ascendantes, au contraire, plutôt passives, ont tendance constante à abandonner les matières minérales dont elles sont saturées; c'est à elles que l'on doit certains filons métalliques et d'autres, stériles, de sable et cailloux.

Le chapitre VII est un des plus importants de ce volume et cela s'explique rien que par son titre : étude et délimitation d'un gisement aquifère. Il comporte les cinq subdivisions suivantes :

1. Bassins hydrologiques superficiels et souterrains. — On appelle bassin de réception l'espace de terrain qui alimente les sources et les puits d'une région, par l'intermédiaire des eaux météoriques tombant et circulant sur une autre surface appelée bassin d'absorption ou d'alimentation; ce dernier est un synclinal limité par des versants de ruissellement, vallée, vallon, vallonnet, etc., dont le thalweg présente souvent des cours d'eau. Une vallée hydrographique est la réunion de plusieurs bassins partiels d'absorption.

Le bassin de réception reçoit d'ailleurs non seulement les eaux de pluie, mais celles qui descendent en se frayant un passage dans les fractures du terrain et par les zones de contact avec les bordures de terrains imperméables; enfin les eaux de la rivière du thalweg venant à s'infiltrer dans les éléments d'un lit plus ou moins perméable.

2. Reconnaissance et délimitation du bassin d'absorption. — Les cartes géologiques et topographiques seront ici des plus précieuses pour déterminer le périmètre de chaque vallon, avec ses versants plongeants ou de ruissellement et par suite la projection horizontale de la surface recevant les eaux de pluie. Ce sont surtout les affleurements de roches perméables

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il convient de préciser exactement car les eaux météoriques ne peuvent pénétrer que par là dans le sous-sol.

3. Capacité hydraulique d'un bassin de réception. — Pour évaluer les quantités d'eau qu'un bassin de réception peut fournir au sous-sol, il faut d'abord consulter, et surtout contrôler, les statistiques locales concernant la chute des eaux pluviales, puis se rendre compte de la capacité de retenue du terrain dont M. Chalon fournit un tableau. Cette eau retourne partiellement dans l'atmosphère par évaporation, une autre portion entretient l'humidité et sert à la nourriture des plantes. Le reste seul descend dans les profondeurs et alimente les nappes souterraines ; on peut l'évaluer ainsi d'une manière assez approchée. On établit ensuite l'allure de la couche aquifère par la détermination des pentes et de la direction de son niveau de drainage. L'état du sol, dénudé ou boisé, a une grande importance et l'auteur donne également le coefficient à appliquer en pareil cas.

La vitesse peut être évaluée par le débit des sources et par l'observation de matières colorantes, en particulier de la fluorescéine, comme l'a indiqué M. Marboutin.

4. Bassins de réception superposés. — En réalité, dans la pratique, il n'y a pas que la couche phréatique. C'est par série que se succèdent en profondeur les strates imperméables drainant les eaux de surface. Les couches aquifères correspondantes sont souvent moins régulières que la première; elles peuvent être plus ou moins étranglées et même captives.

Les affleurements correspondants peuvent être situés à grande distance et aboutir à des bassins d'absorption très différents.

5. Alimentation supplémentaire des bassins de réception. — On a tenté d'augmenter la capacité hydraulique d'un bassin de réception en retenant le plus longtemps possible par des barrages, des réservoirs, des puits absorbants, les eaux pluviales dans le bassin d'alimentation; cela les empêche de gagner trop vite les cours d'eau et accroît le taux d'infiltration.

Chapitre VIII. — Débit des sources et des puits.

Ce chapitre se divise en 4 parties :

1. Débit des puits ordinaires. — Dans ce sous-chapitre l'auteur présente les diverses méthodes mathématiques connues pour apprécier le débit d'un puits.

A notre avis et étant données les nombreuses hypothèses qu'il faut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire pour établir une théorie, nous pensons que, pour atteindre ce but, le mieux est l'emploi d'une bonne pompe.

2. Débit des galeries filtrantes. — Le passage de l'eau, à travers les parois filtrantes d'une galerie de captage se produit comme dans un puits ordinaire.

3. Débit de sources. — Pour les sources, la seule manière pratique d'en apprécier le débit est la méthode expérimentale, en particulier en dirigeant les eaux sur un barrage déversoir dont les bords sont taillés en biseau de manière à réaliser un orifice en mince paroi et appliquant les formules de Bazin.

4. Emploi de la fluorescéine. — La vitesse de l'eau peut également s'apprécier au moyen des matières colorantes : fuchsine sulfonée, safranine, rouge Congo, aniline et surtout la fluorescéine sodique dont la dissolution dans l'eau est rouge par transparence et verte par réflexion. La couleur verte est visible à l'œil nu jusqu'à la dilution de $\frac{1}{200.000.000}$ et au fluorescope jusqu'à $\frac{1}{10.000.000.000}$.

La vraie vitesse de l'eau varie de 1,30 à 2 fois la vitesse de propagation de la matière colorante.

Chapitre IX. — Recherche des eaux et sources phréatiques. — Le problème qui se pose d'une manière générale est de trouver une eau convenable et abondante à peu de frais et à proximité de l'exploitation qui doit en faire usage. Trois cas peuvent se présenter au point de vue topographique et font l'objet des trois premiers sous-chapitres, savoir : l'exploitation est établie sur un plateau, sur un versant ou dans une vallée.

L'auteur donne pour chacun de ces cas les méthodes les plus rationnelles pour découvrir et mettre au jour les nappes souterraines.

Il examine ensuite (n° 4) les règles générales pour les recherches d'eau par puits, l'installation des puits, citernes et des réservoirs de suintement (n° 5), les barrages (n° 6), les réservoirs régulateurs (n° 7) et enfin une méthode qu'il ne faut jamais négliger, la recherche basée sur la considération des signes extérieurs, à condition de les contrôler sérieusement : végétation, humidité persistante du sol, insectes spéciaux (n° 8). On comprend que ce chapitre soit un des plus importants de l'ouvrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chapitre X. — Captage des sources, galeries filtrantes, drains.

1. Captage des sources. — L'eau de source n'est pas toujours pure et potable comme on le croit généralement. Celle qui doit servir à l'alimentation peut se définir : une eau pure provenant des couches profondes et recueillie dans des conduites ou des galeries avant d'avoir subi une contamination quelconque par contact avec l'air ou le sol. On comprend que la pureté d'une eau dépend de la nature des terrains filtrants qu'elle a traversés.

L'auteur examine les principales méthodes de captage suivant les terrains rencontrés et la topographie des lieux. Le captage des eaux de source est, en somme, toujours un travail difficile. Il est résumé dans les trois principes suivants :

1° Il faut toujours creuser les tranchées de captage perpendiculairement au thalweg quand on opère en vallée et perpendiculairement à la ligne de plus grande pente lorsque la fouille est faite sur un versant.

2° S'il n'est pas possible de descendre la tranchée jusqu'à un niveau imperméable, on l'approfondit suffisamment pour que les filets d'eau tombent en chute dans la galerie.

3° Dans les grands captages, le niveau du radier doit être tenu à 5 ou 6 m au moins de profondeur, afin que la source ne soit pas exposée à tarir pendant les périodes de grande sécheresse ou à se contaminer aux époques de grande pluie ou de fonte des neiges.

2. Réservoir d'alimentation. — On peut augmenter le débit de certains puits en enveloppant la base d'une tranchée garnie d'une murette avec deux ailes en retour formant un véritable réservoir d'alimentation.

3. Galeries filtrantes d'eaux de rivière. — On les emploie pour capter et améliorer les eaux des cours d'eau quand on ne dispose pas d'autres sources. On les établit sur la berge un peu au-dessous de l'étiage avec un recouvrement de sables filtrants d'au moins 2 m d'épaisseur. C'est toujours une médiocre solution. Voici les meilleures conditions d'installation de ces prises spéciales (M. Imbeaux).

1° L'épaisseur de la couche filtrante doit être aussi grande que possible ; 2° l'arrivée de l'eau dans les galeries doit se faire sous une faible pression ; 3° le terrain filtrant doit être formé d'éléments fins.

4. Drains et drainages. — Le chapitre se termine par une étude som-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maire des drains et drainages qui ne sont qu'une forme particulière de galerie de captage.

Chapitre XI. — Eaux artésiennes :

1. Théorie des puits artésiens. — Tout le monde connaît aujourd'hui la théorie élémentaire des puits artésiens, basée sur le principe des vases communicants. Il y a lieu, en outre, de ne pas oublier l'influence des niveaux piézométriques et des pertes de charge, c'est-à-dire des distances du puits au bassin de réception et à l'orifice extérieur d'écoulement.

2. Puits absorbants. — Quand la ligne piézométrique passe au-dessous du niveau du sol, le puits foré en ce point peut servir de boit-tout ou puits absorbant pour les eaux ménagères, polluées, le desséchement des marais, etc.

3. Recherche des eaux artésiennes. — Les eaux artésiennes auront des chances d'être rencontrées dans les fonds de bassins encaissés par des collines vers lesquelles les strates se relèvent. Dans une vallée on fera des recherches dans la dépression du thalweg souterrain. C'est en général dans le crétacé que l'on a le plus de chance de rencontrer des eaux artésiennes.

4. Établissement de puits artésiens. — Ici l'auteur étudie d'une façon sommaire les méthodes et les outils, d'ailleurs assez connus, employés dans le forage des puits artésiens.

5. Applications diverses du captage des eaux souterraines. — M. Chalon cite de nombreuses applications fort intéressantes de puits artésiens, notamment dans les régions désertiques et arides du Sahara, en Australie, en Californie, en République Argentine.

Chapitre XII. — Construction des puits, citernes et réservoirs.

1. Puits ordinaires. — L'auteur insiste pour qu'aucun puits ne soit installé autrement qu'à l'abri de toute cause de contamination. On choisira de préférence un point en amont des centres habités et des causes de pollution connues. Il examine ensuite les divers travaux d'établissement de puits qui varient avec la nature des terrains traversés. La compétence spéciale de l'auteur en matière d'explosifs lui permet de donner de fort utiles conseils sur l'emploi de la dynamite.

Signalons encore les paragraphes relatifs à l'entretien des puits et au sauvetage en cas d'éboulement ou d'asphyxie. L'essai à la bougie qui s'éteint est insuffisant : l'homme qui descend dans un puits suspect devrait toujours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être muni d'un bidon d'oxygène pur et se faire précéder par des animaux : oiseaux, cobayes, etc.

2. Mares, étangs, barrages de ruissellement. — Les eaux rencontrées dans des dépressions naturelles ne sont utilisables que pour l'irrigation ou, tout au plus, pour les bestiaux. Comme toutes les eaux stagnantes, en effet, elles se corrompent très vite à l'air.

3. Citernes. — Lorsqu'on est forcé, faute d'autres moyens, de faire usage de citernes, il faut se renseigner sur la moyenne annuelle des pluies locales et construire la citerne de façon à contenir au moins la provision de quatre mois.

M. Chalon étudie certains appareils destinés à séparer, de l'approvisionnement normal, les premières eaux tombées qui ont nettoyé et balayé les toits.

4. Réservoir. — Le complément inévitable de toute installation d'eau est le réservoir. L'ouvrage donne des renseignements sur les réservoirs en tôle; il ne donne aucune indication sur les réservoirs modernes, si répandus, en ciment armé.

Chapitre XIII. — Eaux minérales et thermo-minérales.

1. Origine des eaux. — Les eaux chaudes ou thermales sont naturellement les plus minéralisées, c'est pourquoi on les appelle souvent thermo-minérales. Leur échauffement dépend de la profondeur à laquelle elles doivent leur origine, la température augmentant, comme l'on sait, au moins dans les couches voisines de la surface, d'un degré tous les 30 à 35 mètres. Il suffit donc de 3 kilomètres pour avoir la température de l'eau bouillante. Or, d'après M. Chalon, certaines d'entre elles proviennent souvent de beaucoup plus grandes profondeurs où elles ont pénétré d'abord par gravité dans les couches voisines du sol, par capillarité plus bas et enfin par affinité chimique dans les roches chaudes où elles provoquent la formation de roches nouvelles par hydratation et dissolution.

2. Composition et propriétés des eaux thermo-minérales.

3. Classification des eaux minérales.

Dans ces deux sous-chapitres, l'auteur examine les principales familles d'eaux minérales ainsi que les substances qu'elles contiennent, en particulier le radium, découvert dans ces dernières années.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin dans les paragraphes 4 et 5 il étudie les modes de captage et la législation de ces eaux.

Ici se termine la première partie, de beaucoup la plus importante comme nous l'avons dit plus haut.

2e PARTIE

Stérilisation des eaux.

Chapitre I. — Eaux potables.

1. Eaux de source et de rivière. — En général une eau de source prise à son point d'émergence est potable parce qu'elle a subi un filtrage mécanique à travers des terres et des sables, une oxydation jusqu'à la profondeur où s'exerce l'action de l'air atmosphérique, et une sédimentation par circulation lente dans un bassin de réception. Les eaux de torrent sont, en outre, épurées par l'effet du soleil qui amène l'oxydation des matières organiques. Mais, en général, les eaux de ruisseaux, de rivières et de dérivations sont toujours plus ou moins contaminées et doivent être purifiées et stérilisées.

2. Propriétés physiques des eaux potables. — Une bonne eau de source doit être fraîche, limpide, claire, incolore, aérée, sans odeur ni saveur désagréable. Certains signes extérieurs, les plantes ou mollusques, dont suit une énumération, peuvent fournir quelques renseignements sur la pureté d'une eau.

3. Caractères chimiques des eaux potables. — Dans ce chapitre M. Chalon passe rapidement en revue les principales matières minérales admissibles dans une eau potable et dans une eau minérale médicamenteuse, ainsi que celles qui sont nuisibles, et donne les moyens de s'en défaire.

4. Composition bactériologique des eaux potables. — Depuis un certain nombre d'années l'examen bactériologique est devenu indispensable pour classer une eau potable. Il a pour but de numérer les germes microbiens, particulièrement ceux qui sont dangereux.

5. Recherche des eaux souterraines potables. — L'exposé des différents terrains avec leur plus ou moins grande propension à fournir des eaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

potables, fait l'objet d'un chapitre 5, basé sur une classification donnée par M. Imbeaux.

6. Essais des eaux. — Ici, l'auteur donne le résumé des méthodes employées pour procéder aux analyses chimique, bactériologique et hydrotimétrique.

7. Conclusion. — La conclusion de ce qui précède est que toutes les eaux destinées à l'alimentation doivent être soumises à ces essais. En outre, ces analyses doivent être fréquemment renouvelées, parce que toutes les eaux souterraines peu profondes sont influencées non seulement par les conditions climatériques et les souillures de la surface, mais encore par les variations d'écoulement et même de température de la couche aquifère d'origine.

Chapitre II. — Purification et stérilisation des eaux de boisson; eaux de puits et eaux de table.

1. Eaux de puits. — Il est à peu près impossible de maintenir l'eau des puits à l'abri de toute contamination. L'auteur examine les différents procédés et produits qui peuvent rendre à l'eau sa potabilité, au moins d'une manière suffisante, en cas de besoin.

2. Eaux de table. — Pour les eaux de table, on les purifie par filtration, traitement chimique ou ébullition : suivent quelques exemples d'appareils appropriés.

Chapitre III. — Purification et stérilisation des eaux de ville.

1. Utilisation des eaux de rivière. — La simple épuration, que l'on considérait comme suffisante avant les découvertes de Pasteur, doit aujourd'hui être complétée par la stérilisation. Cela est surtout vrai pour les eaux de rivière fréquemment employées dans l'alimentation des villes où leur contamination est maxima.

2. Procédés de filtration. — Le filtrage enlève les matières en suspension; en outre, par la dilution du liquide en minces filets mis au contact de l'air, il entraîne une oxydation plus ou moins complète des matières organiques.

Les filtres sont généralement composés de sable noyé ou non submergé, selon que l'on recouvre ce sable sur une certaine hauteur ou que l'on en remplit seulement les vides.

Un bon filtre noyé peut réduire à 25 ou 30 p. 100 la proportion des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matières organiques de l'eau, mais il ne donne jamais une bonne stérilisation. Avec le filtre non submergé qu'on lui oppose depuis quelques années, l'effet bactéricide est beaucoup plus complet.

3. Purification par traitement chimique. — Le moyen le plus sûr de stériliser complètement les eaux, consiste à les soumettre à une action oxydante assez énergique pour détruire les matières organiques et les bactéries. Pour cela on fait usage de certains produits comme l'alun, les hypochlorites, le chlorure de chaux commercial, l'ozone, les rayons ultra-violets. Nous ajouterons ce que M. Chalon ne dit pas, c'est que tous ces procédés demandent à être bien conduits et bien surveillés, pour être efficaces dans la pratique, en dehors du laboratoire.

3e PARTIE

Législation des sources et des eaux.

Enfin l'ouvrage se termine par une troisième partie donnant dans leur intégralité toutes les lois en vigueur concernant les sources, les eaux pluviales et les eaux courantes en France et en Algérie.

Une table analytique et une table alphabétique permettent la recherche rapide de tout sujet spécial intéressant le lecteur.

En résumé, M. Chalon vient de présenter un excellent ouvrage, exposant sous un volume restreint un monde de choses du plus haut intérêt pour tous les lecteurs et particulièrement pour les spécialistes.

A chaque ligne de ce traité on reconnaît la compétence et la conscience de l'auteur, avec ses qualités dominantes : la clarté, la précision, une excellente exposition scientifique et technique faite en un style élégant qui dénote un lettré en même temps qu'un savant.

Votre Comité des Constructions et Beaux-Arts vous propose donc de remercier M. Chalon du précieux don fait à notre Bibliothèque et d'insérer le présent rapport au Bulletin de la Société.

A. Moreau, *rapporteur*,

Lu et approuvé en séance publique le 12 juin 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE

FILTRE A SABLE A BAC DE LAVAGE INDÉPENDANT [1]

MESSIEURS,

Avant de vous donner des explications sur la construction et la marche de mes filtres, je veux remercier M. Lindet, votre président, qui, ayant vu fonctionner mes appareils dans une sucrerie pendant la campagne dernière, les a trouvés intéressants et m'a fait l'honneur de me demander de vous faire une communication à leur sujet.

Depuis fort longtemps, on filtre sur le sable, mais les difficultés que l'on éprouvait pour vider les filtres, le temps, la main-d'œuvre que cela nécessitait, ont fait reculer jusqu'à ces dernières années les progrès de ce genre de filtration.

Le filtre à sable Raimbert, à bac de lavage indépendant, se compose, ainsi que son nom l'indique, de deux appareils bien distincts :

Le filtre à sable ;

Le bac de lavage, indépendant.

Le filtre à sable est formé d'une cuve tronconique en tôle. A l'intérieur, à environ 1 cm de l'enveloppe, est placée une plaque de cuivre perforée. Presque au centre se trouve une série d'anneaux concentriques, ayant l'angle d'inclinaison de l'enveloppe. Ces anneaux se recouvrent les uns les autres, en forme de persiennes, et forment ce que nous appelons la poupée. L'espace compris entre cette poupée et la plaque perforée en cuivre est la chambre réservée pour le sable.

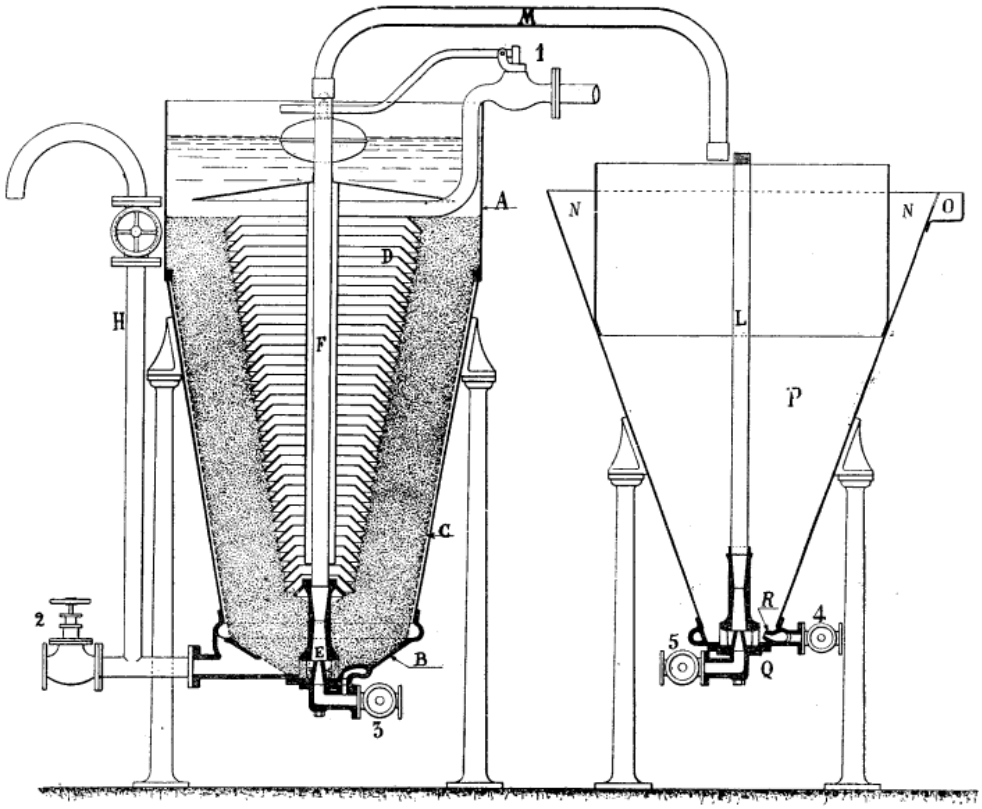
Le fond du filtre a la forme d'une calotte sphérique. Dans le haut se trouve la chambre collectrice annulaire des produits filtrés, avant leur évacuation par la tubulure de sortie. Tout à fait au fond est placé un injecteur d'eau en relation directe par une tuyauterie avec une pompe refoulant de l'eau à 2 kg/cm² de pression. Directement au-dessus est supporté, par 4 petites colonnettes, le cône

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 24 avril 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'injection. Sur la partie haute de ce double cône repose en premier lieu la poupée, puis un tuyau central se terminant par un raccord. Ce tuyau central est lui-même entouré d'un tuyau d'un plus grand diamètre servant à amener le liquide à filtrer dans la chambre qui lui est réservée.

Le haut du filtre est formé, pour les liquides à filtrer froids, tels que l'eau,

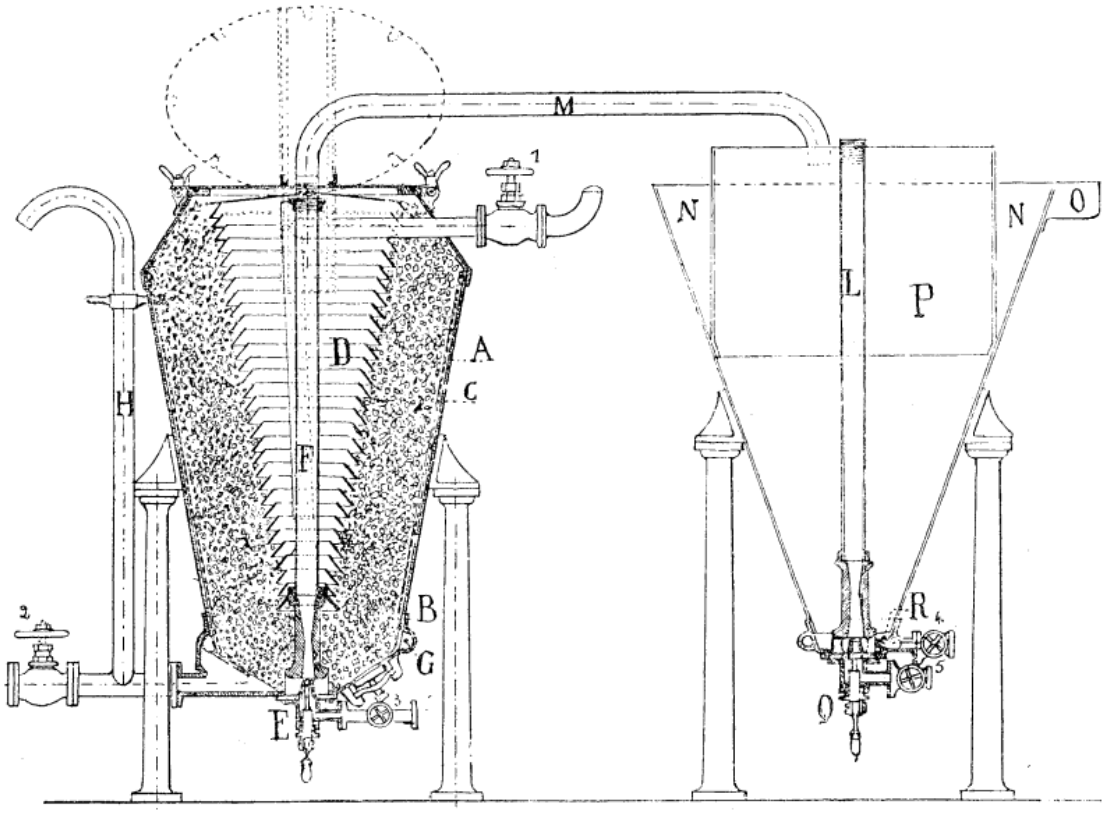


Filtre à sable, système Raimbert, sans pression.

par un cylindre formant réservoir. Un flotteur et un robinet à rodage règlent l'arrivée du liquide et maintiennent toujours constant son niveau. Pour les liquides chauds, tels que les produits de sucrerie, les liquides visqueux, gélatineux, colloïdaux, etc., on emploie un filtre fermé à sa partie supérieure par un couvercle à bascule, maintenu au filtre par des écrous à oreilles Pour diminuer le poids du couvercle et son diamètre, le haut du filtre a une forme tronconique inverse de celle de l'enveloppe. Sur ce couvercle est placé un petit robinet destiné à l'évacuation de l'air, lorsque le filtre se remplit de liquide à filtrer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bac de lavage est une cuve tronconique ayant à sa partie inférieure une petite calotte sphérique possédant comme le filtre à sa base un injecteur d'eau et un cône d'injection. Elle porte en outre, dans sa partie haute, aux 4 angles d'un carré, 4 petits injecteurs qui sont alimentés par une canalisation spéciale. La direction de ces injecteurs est le centre du cône d'injection, lequel porte un



Filtre à sable, système Raimbert, fermé.

tuyau central avec raccord. Le haut du bac de lavage est restreint par une partie cylindrique, de façon que, lorsque tout le sable venant du filtre est passé dans le bac de lavage, celui-ci se trouve à quelques centimètres seulement du bord du cylindre.

Faisons maintenant fonctionner le filtre. A cet effet, on ouvre la vanne supérieure. Le liquide à filtrer arrivant dans le filtre par le tuyau central se répand dans la chambre qui lui est destinée. Le liquide passe entre les anneaux, traverse le sable en y déposant les impuretés qu'il tenait en suspension, s'écoule par la toile métallique et se réunit dans la chambre formée par cette toile métal-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lique et l'enveloppe du filtre. Il descend le long de ces parois pour se réunir dans la chambre collectrice annulaire, sort par la tubulure et remonte par le tuyau en col de cygne.

Ce tuyau en col de cygne, qui se termine au-dessus du niveau du sable, a pour but d'empêcher le filtre de se vider si, pour un motif quelconque, la filtration est arrêtée. Il est un principe reconnu en filtration, c'est qu'un filtre dont la filtration a été troublée par un arrêt et une vidange, ne filtre jamais clair lorsqu'on le remet en marche.

Procédons maintenant au nettoyage du sable.

L'arrivée du liquide à filtrer étant fermée, on ouvre la soupape inférieure. Le liquide non filtré ou mal filtré s'échappe du filtre. S'il s'agit d'eau, on peut la rejeter à la rivière. S'il s'agit de liquides ayant un intérêt quelconque à être conservés, comme les produits de sucrerie, gélatineux, etc., par une tuyauterie, on les ramène en arrière pour être filtrés de nouveau.

Le filtre étant vidé, on ferme la soupape de vidange du filtre. On ouvre le couvercle s'il s'agit de filtres pour filtration chaude, et l'on place sur le tuyau central un tuyau coudé portant à l'une de ses extrémités un raccord qui vient s'adapter au raccord du tuyau central. L'eau, lancée sous 2 kg/cm² de pression, se précipite dans l'injecteur, monte dans le tuyau central en formant aspiration. Le sable aspiré passe par la lanterne formée par les colonnettes supportant le cône d'injection, monte dans le tuyau central, et se déverse dans le bac de lavage en passant par le tuyau coudé. Il se précipite au fond du bac, l'eau surnage, puis, passant par une échancrure réservée au haut de la partie cylindrique, se répand dans le gousset formé par le cylindre et l'enveloppe conique, y dépose le sable qu'elle aurait pu entraîner, et s'écoule par le bec disposé à cet effet.

Lorsque le sable est passé dans le bac de lavage, on peut procéder au lavage du filtre à l'aide d'un jet d'eau dirigé par une lance.

Le lavage du sable se fait dans le bac de la façon suivante :

On ouvre la soupape d'introduction d'eau dans les 4 petits injecteurs. L'eau injectée se rencontre au centre du tuyau, et forme un tourbillon entraînant le sable. Les grains de sable, frottant les uns contre les autres, dans ce tourbillon, se nettoient rapidement. Eau et sable montent dans le tuyau central et retombent en jet d'eau dans l'intérieur du bac de lavage. L'eau seule s'écoule par débordement. Lorsque le sable est propre, ce que l'on voit lorsque l'eau est claire, il s'agit de faire repasser le sable dans le filtre.

A cet effet, on ferme l'arrivée d'eau des 4 petits injecteurs, on retourne le tuyau coudé qui a servi à amener le sable dans le bac de lavage, en mettant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son raccord sur le tuyau central du bac de lavage. On place sur les anneaux une tôle légèrement conique qui protège l'intérieur de la chambre formée par les anneaux.

On ouvre l'injecteur du bas du bac de lavage, comme cela a eu lieu pour le filtre. Eau et sable sont entraînés et viennent tomber sur la tôle de répartition. Si on a eu soin d'ouvrir la vanne du bas du filtre, l'eau s'échappe par cette vanne, et le sable reste dans la chambre qui lui est destinée.

Lorsque le sable est enlevé du bac de lavage, le filtre a retrouvé tout son sable. On laisse égoutter celui-ci quelques instants, on ferme la vanne d'évacuation d'eau, on enlève la tôle de projection d'eau et de sable, et, si le filtre est à couvercle, on ferme celui-ci. Alors le filtre est prêt à fonctionner.

La durée totale des trois opérations de lavage du sable est d'environ 1 heure à 1 heure 1/4.

Quant à la nature du sable, celui-ci doit être de quartz pur, et être assez dur pour ne pas être attaqué, dans le cas de produits chimiques, par le liquide à filtrer.

En outre, il doit être roulé. Avec du sable cassé, on obtient toujours de mauvaises filtrations, par suite des positions souvent angulaires que prennent les grains de sable, positions qui se modifient forcément sous la pression du liquide à filtrer, tandis que les grains de sable roulé s'enchevêtrent les uns dans les autres, et n'ont plus de tendance à bouger une fois qu'ils sont en place. Aussi allons-nous chercher ce sable dans les cours d'eau qui descendent des montagnes du Plateau central.

Voici la composition de ce sable, d'après les analyses du laboratoire de l'École nationale des Mines.

Silice	83,90
Peroxyde de fer.	1,65
Alumine.	9,95
Chaux.	1,70
Magnésie.	0,25

Des essais personnels m'ont montré que ce sable lavé à l'acide chlorhydrique ou à l'acide sulfurique bouillants ne perd que 0,4 à 0,5 p. 100 à ce lavage.

Quant au débit d'un filtre, il est variable suivant la nature du produit à filtrer.

Pour les liquides tels que l'eau, le débit s'élève à 20 m^3 à l'heure.

Pour les produits visqueux, gélatineux, colloïdaux, etc., d'une faible densité, il est de 10 à 12 m^3 à l'heure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les produits d'une densité d'environ 25° Baumé, il peut encore débiter 5 m³ à l'heure.

Pour les produits très denses et très visqueux, comme les égouts de sucrerie, ce débit tombe à 500 hl par 24 heures.

Je ne vous citerai pas les nombreux avantages de mes filtres, tels que la suppression de la main-d'œuvre, par suite du transvasement automatique du sable, rapidité de son nettoyage, perte nulle de celui-ci, etc., etc., mais j'appel-

Fig. 1

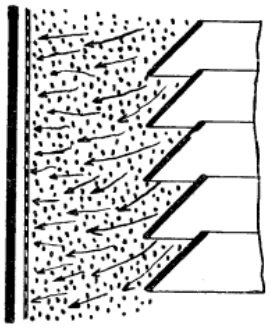
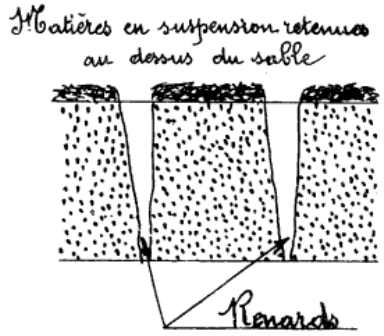


Fig. 2



lerai votre attention sur la façon dont se produit la filtration dans mes appareils.

Lorsque l'on filtre verticalement un liquide sur une couche de sable, les impuretés se déposent sur sa couche supérieure, la colmatent et ralentissent sensiblement, en peu de temps, le débit du filtre. En outre, le liquide arrive petit à petit à former dans la couche de sable de petits entonnoirs appelés généralement renards (fig. 2). Ces petits entonnoirs traversent la couche de sable d'un bout à l'autre, et le liquide s'y écoule non filtré. Tandis que dans la filtration horizontale (fig. 1), ces renards sont impossibles. Si par hasard le liquide à filtrer arrivait à commencer un tunnel, le moindre mouvement du liquide transmis au sable ferait tomber les grains de sable supérieurs qui viendraient immédiatement le combler.

L. Raimbert,

Secrétaire général de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ENSEIGNEMENT

ÉTAT ACTUEL DE L'ÉCHANGE INTERNATIONAL DES ENFANTS ET DES JEUNES GENS

Avant de présenter l'échange des enfants dans son état actuel, il sera intéressant de rappeler brièvement en quoi il consiste, quelles furent ses origines, ses propagateurs, ses organisateurs systématiques.

L'échange international des enfants et des jeunes gens est le système fort simple qui permet à deux familles de nationalité différente de faire, dans les conditions les plus économiques, l'échange temporaire de leurs enfants, en vue de les perfectionner dans la connaissance d'une langue, par le procédé le plus logique et le plus efficace : le séjour à l'étranger.

Pratiqués isolément et il y a longtemps déjà par des familles parentes habitant des pays voisins de langues différentes, préconisés dès 1886 par Michel Bréal, par le docteur Charles Richet en 1898, dans *L'étranger*, devenu depuis *Concordia*, par M. Pinloche à la Commission d'enquête sur l'Enseignement secondaire, par MM. les inspecteurs généraux Firmery, Hovelacque, les échanges firent l'objet de vœux émis par le Congrès international de Langues vivantes de 1900 à la suite du rapport de M. Mieille, par le Congrès du Commerce (Paris, 1905), par le Congrès international d'Expansion économique mondiale de Mons, par le VIII[e] Congrès d'Enseignement commercial (Milan, 1906, Rapport de M. Paul Anglès, directeur de l'École commerciale de Paris). Depuis, et tous les ans, de nombreux congrès pédagogiques et commerciaux ont mis la question à l'ordre du jour de leurs travaux.

Les premiers échanges furent réalisés d'une façon suivie dans les premières années du XX[e] siècle, par plusieurs membres de Concordia, société internationale d'études et de correspondance de Paris, par M. Hollidt, professeur au Gymnase de Spire, qui se mettait personnellement chaque année en relation avec ses collègues français des collèges les plus proches de la frontière.

En 1903, M. Toni-Mathieu fondait la *Société d'Échange international des Enfants et des Jeunes gens*, qui a toujours tenu depuis la tête du mouvement. En 1904, nous fondions à Épinal le *Bureau scolaire international ;* MM. Chambonnaud, directeur du journal *Les 4 Langues* et Gadras, professeur à l'École

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pratique de Charleville, s'occupaient en même temps d'échanger les élèves de nos écoles commerciales et industrielles.

A l'étranger, les propagateurs étaient, en Angleterre, M. William Stead, directeur de la *Review of Reviews*, en Allemagne, MM. Hollidt, Hartmann, de Leipzig, directeur du *Bureau central pour la Correspondance scolaire internationale*, de Beaux, Jules Reiss, qui servaient surtout de correspondants aux bureaux internationaux des autres pays. En Italie, M^lle^ Garsin tentait d'intéressantes expériences entre Milan et Marseille d'une part, Milan et l'Allemagne de l'autre, et fondait avec M. Moneta la *Società per lo Scambio internazionale dei Ragazzi*.

L'idée une fois lancée et ainsi appuyée fit rapidement son chemin, grâce non seulement à la presse pédagogique de tous les pays intéressés, mais encore à la grande presse quotidienne, grâce surtout aux articles de M. Pierre Baudin dans le *Journal*.

Dès lors, les familles apprécièrent grandement les avantages de l'échange international des enfants.

Celui-ci favorise et facilite en effet tout d'abord l'étude des langues étrangères, mises au premier plan des programmes de 1902; il forme par le fait, suivant l'expression de M. Frédéric Passy « un degré supérieur de l'emploi de la méthode directe », il accélère l'étude de la langue par la formation de l'oreille, il façonne des entraîneurs pour les classes de langues vivantes, mais surtout, il met l'étude des langues vivantes et le séjour à l'étranger à la portée de toutes les bourses.

Mais la possession effective d'une langue vivante, utile pour la culture générale, devient un instrument de première nécessité pour ceux qui veulent l'appliquer à la conquête économique. D'où l'importance énorme des échanges d'enfants pour l'extension des relations commerciales et industrielles. Les statistiques montrent que les fils de commerçants et d'industriels forment le plus fort contingent des échangés.

Grâce aux échanges d'enfants et au mouvement international qui en est résulté, les nations en cause ont appris à mieux connaître leurs produits respectifs. Le commerçant allemand et l'industriel anglais qui échangeaient un enfant, l'accompagnaient souvent en France, y faisaient, l'un, la découverte de nos vins incomparables, de nos primeurs et de nos fruits succulents, l'autre, la découverte de nos richesses en bétail de boucherie. Qui ne s'est étonné de voir défiler sur nos lignes de chemins de fer de l'Est de la France, encombrer nos gares pendant des mois entiers, les innombrables trains de pommes roulant vers l'alambic allemand au cours des années 1911 et 1913 et faisant entrer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la poche de nos propriétaires normands ou bretons les millions par dizaines? Qui ne connaît l'exode fructueux pour nos éleveurs des milliers de têtes de bétail qui passèrent de nos départements du centre en Allemagne au cours de ces dernières années? Nous connaissons personnellement tel propriétaire de crus fameux de Bourgogne qui expédie presque chaque semaine une pièce de son vin fin en Allemagne par l'intermédiaire de familles allemandes qu'il a connues grâce au séjour de son fils, là-bas, en qualité d'échangé. Et quelles affaires ne ferait-il pas s'il voyageait personnellement au delà du Rhin! On devine dès lors quel profit le courtier en marchandises peut retirer de sa connaissance des langues étrangères pour l'importation de Hollande ou d'Allemagne des fécules, des machines, des houilles et cokes, des produits chimiques. Notre expérience personnelle nous permet d'affirmer que les négociants des pays en cause ont largement profité de cette organisation des échanges d'enfants pour l'extension présente et future de leurs affaires.

Un autre avantage des échanges, c'est la compréhension réciproque des pays par leurs habitants. Celui-là n'a rien vu qui n'a pas vu l'ébahissement de beaucoup de nos compatriotes voyageant pour la première fois en Allemagne pour y accompagner leurs enfants. « Ah! semblaient-ils dire, c'est là ce pays qu'on nous disait si pauvre! Mais cette navigation intense sur le Rhin, noir de la fumée des innombrables remorqueurs, ces villes aux monuments grandioses, ces cités-jardins qui réalisent le rêve de la cité moderne, ces usines à perte de vue! » Oui, c'est l'Allemagne moderne, le pays dont une des principales caractéristiques à notre époque est l'esprit d'entreprise.

Inversement, rien de plus curieux à constater que l'étonnement du jeune Allemand se rendant compte *de visu* de l'abondance dans nos campagnes, de l'or qu'il voit passer sans forfanterie aucune de la poche de l'acheteur dans celle du vendeur en blouse.

Que dire du jeune Français se figurant qu'il lui suffirait de se présenter en Angleterre pour y trouver une place dans le commerce et l'industrie? Un petit séjour préalable dans ce pays, à titre d'échangé pour y apprendre la langue, lui aurait suffi pour se convaincre que, là-bas, les places au pair n'existent pas dans les maisons de commerce, en vue d'y apprendre l'anglais. Travailler au pair est un système inconnu en Angleterre. L'Anglais a une maison privée distincte de sa maison d'affaires : il n'y introduit que ses amis; il se défie généralement des étrangers et ne consentirait jamais à y loger et nourrir un de ses employés qu'il fût Anglais ou non; nous parlons ici des négociants. Notre jeune échangé aurait aussi appris qu'en Angleterre il y a déjà énormément d'employés et d'ouvriers sans travail, que les maisons sont assaillies de demandes allemandes émanant de jeunes gens qui paient même pour être employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Impossibilité donc en Angleterre de profiter d'une place au pair pour apprendre la langue. C'est ici alors qu'intervient merveilleusement le système des échanges. Installé dans une famille pendant six mois par exemple, le jeune échangé, bien en possession de la langue, pourra trouver plus facilement une place de volontaire à défaut de place payée. S'il est lui-même fils de commerçant ou d'industriel, l'idéal pour lui sera d'être échangé dans une famille qui se trouve en relations commerciales avec la sienne. C'est dans ce sens que doivent être dirigés les efforts des sociétés d'échange. Le résultat sera l'échange des volontaires ; il nous apparaît comme le seul remède efficace à l'insuffisance du placement temporaire des jeunes débutants à l'étranger. La Commission spéciale des Langues vivantes de l'*Association française pour le Développement de l'Enseignement technique, commercial et industriel* le recommandait et proposait l'échange international des élèves « soit comme employés volontaires, soit comme étudiants désintéressés ».

Il ne semble pas que depuis dix ans une autre solution de la question ait pu être proposée : les futurs volontaires qui n'ont pas le moyen de payer pension ou qui veulent économiser le prix de cette pension, n'auront d'autre ressource que de s'adresser aux bureaux d'échange. Dans ce sens, c'est la *Société d'Échange international de Paris* qui nous paraît la mieux outillée pour échanger les volontaires, parce qu'elle est appuyée et subventionnée par un grand nombre de chambres de commerce et de sociétés commerciales.

M. Anglès avait, en 1906, admis dans sa définition les échanges interscolaires d'un pays à l'autre. Il semble qu'il ait fallu en faire son deuil, soit qu'une entente nécessaire entre les gouvernements respectifs n'ait pas eu lieu, soit qu'il y ait eu, notamment en Allemagne, une recrudescence de nationalisme dans les écoles qui a donné lieu, en ces dernières années à des plaintes contre l'admission des étudiants étrangers dans les *technische Hochschulen* ou même à des manifestations contre les étudiants russes en particulier. N'oublions pas non plus l'état d'inquiétude résultant de la tension internationale consécutive aux affaires du Maroc et aux guerres balkaniques.

Même limités aux familles, les échanges internationaux n'en constituent pas moins le procédé le plus pratique et le plus économique pour les séjours à l'étranger, et celui qui offre le plus de garanties quand il est bien fait.

L'échangé, en effet, n'a que son voyage à payer ; à son arrivée, il n'est pas isolé, il entre dans une famille qui le considère comme son propre enfant, d'où suppression de la nostalgie. L'échange assure en outre à chaque enfant le maximum de bons traitements, chaque échangé étant l'otage de son partenaire ; il devient la source de relations amicales entre les familles et, comme nous l'avons dit plus haut, de relations commerciales ; il dessille les yeux de bien des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jeunes gens imbus de l'esprit de clocher ; il fortifie et éclaire leur patriotisme.

Depuis onze ans, l'institution a fait ses preuves. Les sociétés ou bureaux qui y consacrent leur activité, instruits par l'expérience, entourent les échanges d'un grand luxe de précautions et de recommandations, comme on peut s'en rendre compte en lisant les questionnaires et instructions générales destinés aux familles désireuses de faire l'échange.

Aussi le nombre des échanges est-il allé en augmentant, malgré la multiplicité des bureaux ou sociétés qui s'occupent d'échanges.

Ce sont, par ordre chronologique :

1) La *Société d'Échange international des Enfants et des Jeunes gens*, 36, boulevard Magenta, Paris. Fondée en 1903-1904, elle a vu, au cours des années suivantes jusqu'à 1913 inclus, le nombre de ses échangés se chiffrer successivement ainsi : 50, 88, 132, 240, 300, 346, 444, 522, 560, 568, 572. Les droits d'inscription sont de 20 francs.

2) Le *Bureau scolaire international d'Épinal*, fondé en 1904, qui, jusqu'à ce jour, a échangé près de 500 enfants entre la France et l'Allemagne ; droit d'inscription 10 francs.

3) *Concordia*, 9, rue Christine, Paris (6e), société internationale d'études et de correspondance, qui a ouvert un bureau d'échange en 1907. Droit d'inscription 10 francs.

Ces sociétés sont en rapport avec les sociétés étrangères suivantes, créées postérieurement aux bureaux français et à leur imitation.

1) *The modern Language Association*, de Londres. Toute la correspondance doit être adressée à Miss Batchelor, Bedford College, Regent's Park, London, N. W., ou bien Old Ferry House, Lymington. Cette société a échangé de 1908-09 à 1912-13 successivement 46, 48, 82, 74, 122 jeunes gens, en tout 186 échanges répartis sur cinq exercices ; 12 échanges ont été conclus avec la Belgique, 147 avec la France et 27 avec l'Allemagne.

2) *Verband bergischer Verkehrsvereine* (Abteilung für Schüleraustausch mit dem Auslande). Secrétariat, Elberfeld, Bergstr. 24 II, Höhere Handelschule ; est surtout en rapport avec *Concordia*. Bien avant la fondation de ce Comité, le recteur Heidemeyer, de Ronsdorf, qui est du reste membre actif de ce groupe, a été le promoteur des échanges dans cette région et nous a fourni de nombreux candidats.

3) *Berliner Komitee für den internationalen Schüler-Austausch*, fondé en 1910. Secrétariat : Berlin S 61 Lehninerstr 9. Secrétaire pour la France, la Belgique, la Suisse et la Suède : Frau L. Rebensberg, Berlin-Schmargendorf, Ruhlaerstr. 27. Ce Comité a échangé de 1910 à 1913 et annuellement 25, 46, 54, 65, en tout 190 jeunes gens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ces 65 jeunes gens échangés en 1913, 51 l'ont été en pays de langue française (37 en France, 12 en Belgique, 2 en Suisse française), 12 en Angleterre et 2 en Suède ; sur ces 65 échangés, il y avait 20 jeunes filles. Ce Comité, outre ses attaches françaises, est aussi en rapport avec le *Comité suisse romand*, de Genève, la *Modern Language Association*, de Londres, la *Scottish modern Language Association*, d'Édimbourg, *l'Office des Échanges internationaux de la Fédération de l'Enseignement moyen officiel de Belgique*.

A l'instigation du Comité de Berlin, le ministre de l'Instruction publique de Prusse a autorisé, par son décret du 24 mai 1910, les directeurs et directrices d'écoles de Prusse, où les vacances n'ont que la durée du mois de juillet, à prolonger les vacances des candidats à l'échange afin de les faire concorder avec celles de leurs partenaires français ou anglais.

Il nous faut mentionner deux bureaux d'échange étrangers en pays de langue française :

1) Le *Comité de la Fédération de l'Enseignement moyen officiel* de Belgique; fondé en 1909, il s'est allié dernièrement à la Société d'Échange international de Paris. Outre les échanges avec l'Allemagne et l'Angleterre, le comité belge pratique les échanges avec la Belgique flamande et la Hollande. Secrétaire : M. Weisgerber, professeur à l'Athénée royal, de Verviers. En 1913, 75 échanges ont été réalisés : 30 pour la Hollande, 28 pour l'Allemagne et 17 pour l'Angleterre, sur 116 propositions.

2) Le *Comité genevois pour les Échanges internationaux d'Élèves*, fondé en 1913, en relations étroites avec le Comité de Berlin. 2 enfants seulement ont été échangés en Allemagne au cours de cette même année ; ils sont revenus enchantés. Secrétaire : M. W. Haessig, professeur d'allemand, rue des Délices, 17, Genève et, pour l'Angleterre : M^lle^ J. Hornung, professeur d'anglais, Chemin Liotard, 19.

L'échange des enfants fait donc tache d'huile, encore que quelques-uns aient pris le temps de la réflexion et y viennent un peu tard, après plus de 10 années de l'expérience des autres.

Aux résultats directs et immédiats que nous avons indiqués au cours de ce bref exposé, il faut ajouter la répercussion que les échanges ont eue sur la création de nombreux cours de vacances où les étudiants des différentes nations apprennent, dans une chaude atmosphère de travail et de sympathie, à mieux aimer leur propre patrie au contact de celle des autres.

VICTOR WILLEMIN,
professeur au Lycée d'Épinal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

par M. JULES GARÇON
Bibliothécaire.

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Sur les extraits et notes de chimie.

Métaux et métallurgie. — Procédés anti-rouille.

Combustibles. — Les dangers du gaz à l'eau.

Résines. — Solubilisation du caoutchouc vulcanisé.

Corps gras. — Sur le dosage de l'huile.

Hydrates de carbone, etc. — Conservation du bois. — Utilisation de la tourbe pour fixer l'azote. — Sur l'estimation du degré de blutage des farines, par M. Léon Lindet.

Cuirs et peaux. — L'industrie des gants de peau.

Chimie agricole. — Fixation de l'azote par la tourbe. — Les engrais de varechs.

Chimie hygiénique, etc. — Sur la digestion de la cellulose. — Emploi de l'ozone pour la ventilation.

Sur les extraits et notes de chimie. — Plusieurs articles ont paru, récemment, sur l'utilité qu'il y aurait à assurer une coopération internationale pour uniformiser, et peut-être unifier, la publication des extraits de chimie.

Beaucoup de choses bonnes ont été dites, mais un certain nombre d'erreurs ont été exprimées qu'il est bon de reprendre.

M. J. MILLER, dans *The Journal of industrial and engineering Chemistry*, relève celles de ces erreurs contenues dans un tableau publié par *Scienca Gazeto ;* il les attribue à ce que compte n'a pas été tenu des frais de rédaction et de direction. Pour le *Chemisches Zentralblatt*, on eût dû ne pas faire intervenir le nombre total des membres de la Deutsche chemische Gesellschaft de Berlin, mais seulement le nombre des souscripteurs à Chemisches Centralblatt. M. Miller attribue les trois quarts de l'activité des rédacteurs au travail des extraits ; ceci semble vrai pour les *Abstracts* de la Chemical Society et pour ceux de la Society of chemical Industry de Londres. Il donne le tableau suivant pour 1912 :

	Chemical Abstracts.	J. of Chemical S.	J. of S. of chemical Industry.	Chemisches Zentralblatt (1910).
Souscripteurs.	6 219	3 948	4 198	1 542
Coût total (en dollars). . . .	32 596	16 338	23 593	21 027
— par membre (en dollars).	5,24	5,03	5,62	13,64
— par page (en dollars). .	9,197	6,17	18,15	4,82
— de la page par membre.	0,00147	0,00189	0,0028	0,003
Nombre de pages	3 544	2 648	971	4 364
Nombre d'extraits.	22 659	5 833	7 200	10 542
Coût par extrait.	1,44	2,80	3,28	1,99

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les *Chemical Abstracts* de l'American chemical Society donnent le nombre d'extraits le plus grand de beaucoup, et à un prix inférieur, que l'on envisage le prix par page ou celui par membre. Les extraits de la Society of chemical Industry de Londres sont les plus condensés. Mais si les extraits les plus courts sont les moins coûteux, ce ne sont pas toujours les plus satisfaisants. Le meilleur point de comparaison est probablement le coût par page et par membre.

Le tableau suivant permet de serrer davantage la question; les nombres se rapportent aux années 1911, 1912 et 1913.

	Nombre de revues extraites.	Nombre d'extraits (compris les brevets).	Nombre d'extraits (sans les brevets).
Chemical Abstracts	633	25 971	19 025
J. of chemical S.	140	5 833	»
J. of S. of chemical Industry	151	7 200	2 400
Chemisches Zentralblatt.	161	10 862	9 948
Z. für angewandte Chemie.	110	5 200	3 412
Chemiker-Zeitung	»	25 971	19 025

En Allemagne, dit M. Miller, les journaux qui font des extraits de chimie sont : *Chemisches Zentralblatt, Zeitschrift für angewandte Chemie, Chemiker-Zeitung, Zentralblatt für Biochemie, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel.* Il oublie de remarquer que la Deutsche chemische Gesellschaft a fait passer, il y a quelques années, une note demandant que chaque revue se borne désormais aux extraits de sa spécialité.

En Angleterre, les revues d'extraits sont celles de la Chemical Society et de la Society of chemical Industry.

Les États-Unis ont les Chemical Abstracts.

Pour la France, le Bulletin de la Société Chimique est cité, mais sont oubliés la Revue générale de chimie et le Moniteur scientifique (ce dernier a des extraits de brevets). La Revue de métallurgie est citée; ses extraits sont très spécialisés à une branche limitée de la chimie industrielle.

Y aurait-il lieu de publier un seul journal international d'extraits en trois langues? ou trois éditions en langues différentes (anglais, français, allemand) d'un même journal d'extraits?

La moitié des articles de chimie, dit M. Miller, sont publiés en allemand, 27 p. 100 en anglais, 13 p. 100 en français, 12 p. 100 en italien, russe, etc. Traduire tous les articles en allemand ne conviendrait pas aux habitants des États-Unis, car le nombre des lecteurs du français et de l'allemand y est très faible. Il y a 6 700 souscripteurs américains aux *Chemical Abstracts;* il y avait, en 1912, 3248 membres de la Chemical Society de Londres et 4198 de la Society of chemical Industry : ce serait abusif que de forcer ces 15 000 membres de sociétés anglaises à lire leurs extraits en allemand, ou même à lire 50 p. 100 de leurs extraits en allemand et 13 p. 100 en français.

Pour qu'une revue internationale d'extraits en trois langues puisse être envoyée aux membres de l'American Chemical Society, de la Chemical Society, de la Society of chemical Industry, de la Société chimique de France et aux souscripteurs du Chemisches Zentralblatt, il faudrait la tirer à 18600 exemplaires; elle coûterait plus de 100 000 dollars (dont les deux tiers absorbés par l'impression et l'expédition), soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5 dollars 37 par an ; et les deux tiers encore seraient en langue étrangère. Cette création viendrait restreindre le nombre des membres des Sociétés elles-mêmes, ce qui restreindrait leurs ressources. Les extraits seraient présentés à un point de vue qui viserait moins les intérêts nationaux.

Supposons trois éditions différentes de la revue, publiées dans les trois langues principales. Le prix par membre serait de 6 dollars 544.

Dans les deux hypothèses, la centralisation de la publication en un seul siège retarderait le moment de son apparition.

L'auteur conclut en proposant de laisser chaque Société faire ce qu'elle entend, ou tout au moins chaque groupe national de Sociétés.

Le problème semble difficile à résoudre.

***

Rappelons qu'à la 3e session du Conseil de l'Association internationale des Sociétés chimiques (sept. 1913), un rapport a été lu par M. le professeur Werner au nom de la Commission élue pour étudier la question de diminuer les difficultés provenant de l'actuelle multiplicité des langues employées dans la littérature scientifique. La Commission attira l'attention sur la possibilité de la formation d'un journal scientifique d'extraits en trois langues, dans lequel pourraient rentrer toutes les publications de nature chimique. Après une longue discussion, la Commission fut chargée de faire, pour la prochaine session du Conseil, un rapport portant plus spécialement sur les trois points suivants :

a) La publication d'un journal international d'extraits, en trois langues ;

b) La publication de trois éditions d'un journal international d'extraits, en allemand, anglais et français ;

c) La publication d'un journal international contenant des traductions soit en allemand, soit en anglais ou en français, de mémoires originaux publiés dans des idiomes moins connus.

La question de coopération dans la publication des extraits, soulevée par une lettre de M. le professeur W. A. Noyes, est aussi soumise à cette Commission pour y être discutée et faire l'objet d'un rapport.

***

Les mémoires de MM. A. Werner, W. A. Noyes, J. Miller montrent toute la difficulté de se mettre d'accord sur la publication d'un journal international en trois langues. La Commission ferait déjà une œuvre bien utile si elle avait l'autorité d'amener l'auteur de tout mémoire à faire lui-même l'extrait de son mémoire et à placer cet extrait en tête de son mémoire.

Procédés anti-rouille. — L'une des grandes préoccupations de tous ceux qui installent ou emploient des constructions en fer et acier, c'est de protéger leur surface contre la rouille. On utilise dans ce but les émaux, les vernis, les peintures, le bronzage, les poudres de graphite, etc. Les efforts se portent depuis une dizaine d'années vers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la recherche de procédés chimiques ou électrochimiques, qui produiraient à la surface du métal une couche protectrice d'oxyde noir de fer, de phosphate de fer ou d'un autre composé rebelle à la rouille.

Les procédés basés sur l'emploi d'une chaleur intense n'ont qu'une application limitée, car ils ne peuvent servir pour les outils dont ils altéreraient évidemment les propriétés dues à la trempe, ni aux objets portant des graduations. De plus, la couche superficielle transformée en oxyde noir peut être exagérée. Pour les outils à tranchant, les appareils de mesure, les objets portant des dessins délicats, il faut un procédé à froid.

M. E. L. Blassett, de qui nous empruntons ces remarques (*Engineering Magazine*, mai 1914, p. 260-263), croit que la première indication d'obtention de l'oxyde noir de fer par chauffage au rouge appartient à F. S. Barff (brevet anglais, 1876). Dans son procédé, on chauffait jusqu'au rouge, en vase fermé, puis on introduisait de la vapeur surchauffée. George et Anthony S. Bower remplacent celle-ci par de l'acide carbonique, que le fer réduit. Ces deux procédés ne fournissent pas de résultats réguliers et il se produit souvent des écailles. G. W. Gesner, en 1848, réalisa un notable perfectionnement en introduisant dans la vapeur un hydrocarbure, par exemple du naphte. Mais l'oxyde noir renfermait souvent de l'hydrogène et était exposé à s'écailler ; de plus, il se formait souvent en même temps de l'oxyde rouge.

Nous arrivons aux procédés réellement utilisables.

Celui de J. Bradley, breveté en 1908, consiste à chauffer au rouge les objets dans un moufle en présence de gaz hydrogène ; à la fin de l'opération, on fait passer un peu de gazoline. Bien entendu, les objets sont au préalable nettoyés avec soin, de préférence au jet de sable. L'opération dure une heure environ. Les objets sont ensuite retirés, mis à refroidir, puis huilés avec de l'huile de lin ou de paraffine. On traite, par ce procédé, les fontes, les fontes malléables, les aciers; la couche obtenue est imperméable à l'action de l'air ; elle est régulière et noire.

Le procédé Bontempi est, en quelque sorte, une modification du procédé Bower-Barff. Il consiste à chauffer au moufle, à 480° au moins, puis à passer dans la vapeur et dans les fumées de zinc ou de goudron et de poix. On obtient une couche noire, épaisse.

Le procédé à froid est spécial aux outils à tranchant, mais, quoique très répandu, il n'est ni simple, ni économique. C'est ue procédé très ancien, qui a servi d'abord pour les canons de fusils. Il donne une couche d'oxyde noir plus mince et moins résistante à l'oxydation que le chauffage dans un four, mais la couche ne s'écaille pas. Dans ce procédé, après avoir bien nettoyé l'objet, on le recouvre d'une solution comprenant : chlorure ferrique 1 partie, eau 8, alcool 8. On applique cette couche en se servant d'une éponge toujours bien tordue. Ensuite, on place les objets dans une chambre chauffée à la vapeur et remplie de vapeur humide ; on les y laisse trois quarts d'heure, puis on les plonge dans de l'eau bouillante pendant un quart d'heure. Le traitement est répété deux ou trois fois. A la suite on lève les objets, on les laisse refroidir, on les brosse sur une brosse circulaire de fils de fer tournant à 600 tours par min. Après le dernier brossage, on huile à l'huile de lin et on met en garde dans un tissu.

On peut encore produire de l'oxyde noir de fer en mettant l'objet à tremper dans du salpêtre fondu. Le procédé est fréquemment suivi. Selon la durée de l'immersion, on obtient une coloration plus ou moins bleue ou noire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Certains petits articles sont noircis en les roulant dans un tonneau en fer chauffé au gaz. D'autres sont bleuis ou noircis en les chauffant dans du charbon de bois ; c'est le procédé employé pour les revolvers. Mais la couche de l'oxyde formé dans ces divers procédés est trop mince pour qu'il résiste à la rouille d'une façon stable.

Il est un procédé simple et économique qui produit la couche la plus résistante à la rouille ; c'est celui de C. W. Coslett. Il consiste à créer une couche de phosphate de fer. Il est très employé pour les machines à écrire, les micromètres, les ressorts de montre, etc. La solution à employer se prépare ainsi : acide phosphorique concentré 5 parties, eau 5 parties, tournures de fer 2 parties. Quand le fer est dissous, on ajoute 500 l d'eau. On chauffe jusqu'au bouillon le bain dans un vase en fer forgé, et on y suspend les objets ; on les y laisse une demi-heure à trois heures, tout en maintenant la température. Une faible épaisseur de la surface se trouve convertie en phosphate de fer ; et surtout il se forme un dépôt provenant de la solution. Les petits objets sont placés dans des boîtes en bois ou en porcelaine percées de trous. Lorsque les objets ont été enlevés, on les laisse simplement sécher à l'air libre. On les brosse ensuite à la brosse en fils de fer et on finit par huiler.

Une formule plus récente brevetée par Coslett est basée sur l'emploi du phosphate de zinc. On dissout 170 g de zinc dans 570 cm³ d'eau renfermant 570 cm³ d'acide phosphorique concentré. C'est la solution de garde, et pour l'emploi on l'étend d'eau dans la proportion de 10 g par 1 600 g d'eau.

Les dangers du gaz à l'eau. — Dans une communication faite à la Société française d'hygiène (voir le *Journal d'Hygiène* du 25 avril 1914), M. le docteur MÉNÉTREL remarque que l'introduction dans le gaz d'éclairage de la Ville de Paris d'une certaine quantité de gaz à l'eau, adoptée par le Conseil municipal, ne doit pas laisser indifférents les hygiénistes, car on va créer un facteur nouveau et combien puissant ! de morbidité et de mortalité dans la population parisienne. La composition du gaz à l'eau diffère notablement de celle du gaz d'éclairage. Le tableau suivant permettra de saisir ces différences.

	Composition p. 100 du gaz de houille.	Composition p. 100 du gaz à l'eau.	
Hydrogène	50	40	Utile (chaleur, lumière).
Méthane	30	15	Utile (lumière).
Oxyde de carbone	9 à 13	30	Inutile (poison).
Benzol	4 à 6	3 à 5	Utile (chaleur, lumière).
Éthylène	3 à 4	4 à 8	
Hydrogène sulfuré	0	3	Inutile (mauvaise odeur, détériore les appareils).
Acide carbonique	1 à 2	1 à 2	Inutile (nuit à la combustion).
Oxygène	0	2	Inutile (détériore les appareils).
Azote	2,8	1 à 2	Inutile.

Sur les neuf corps composant le gaz de houille et le gaz à l'eau, ce dernier contient en excès tous les gaz nuisibles à l'éclairage ou à la chaleur et dangereux soit pour les consommateurs, soit pour la conservation des appareils. Par contre, les gaz utiles, tels que l'hydrogène, le méthane, sont dans des proportions notablement inférieures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les pouvoirs calorifique et éclairant d'un gaz d'éclairage sont en rapport, d'une part avec les proportions de benzol, d'éthylène et de méthane, et d'hydrogène d'autre part. Le gaz à l'eau se trouve inférieur au gaz ordinaire à ces deux points de vue, et, en raison de la toxicité extrême de l'oxyde de carbone qu'il contient en grande quantité, son emploi devrait être condamné, conclut M. Ménétrel. Si les sociétés d'usines à gaz ont des raisons excellentes à leur point de vue en faveur du gaz à l'eau, les consommateurs en ont de majeures à leur opposer, car il s'agit de leur santé et de leur vie. Ils les ont déjà fait valoir à Lyon où un arrêté longuement motivé du Conseil de Préfecture leur a donné raison en défendant le mélange du gaz à l'eau au gaz d'éclairage. Le gaz oxyde de carbone est un poison des plus subtils, disait Brouardel, le plus puissant et aussi le plus dangereux, puisqu'il n'a ni odeur ni saveur, et qu'il tue même à l'air libre dans une atmosphère où il est contenu en minime quantité. Les globules rouges sont tellement avides d'oxyde de carbone qu'ils en nettoient l'atmosphère.

Qu'un tuyau se rompe, remarque encore M. Ménétrel, le gaz s'échappe et filtre à travers le sol en perdant souvent toute son odeur caractéristique. Si, du fait de la température plus élevée des habitations, il se fait un appel d'air, le poison s'insinue dans les pièces et tue insidieusement les occupants. L'exemple est d'hier encore; tel l'accident du 26 janvier 1914 à Marseille où le gaz d'éclairage contient 18 à 20 p. 100 d'oxyde de carbone. Du reste, tous les traités de médecine légale abondent en exemples de ce genre et parfois la fuite est loin, 14 à 20 m de la maison. Quant aux constructions intérieures, le danger n'est pas moindre; l'on peut poser en principe qu'aucune canalisation n'est hermétique; si bien établie soit-elle, elle comporte toujours un certain chiffre de fuite. Dans les ménages d'ouvriers où trop souvent l'installation est faite avec le plus coupable mépris des prescriptions administratives et nullement surveillée comme les règlements l'exigent, le réchaud à gaz de la cuisine deviendra mortel parfois et augmentera terriblement la fréquence de ces intoxications oxycarbonées chroniques que les médecins commencent à connaître pour les voir si fréquentes dans la clientèle hospitalière.

Peut-être pourrait-on trouver des appareils avertisseurs qui, dans les ateliers et dans les ménages, préviendraient les occupants du danger couru.

Solubilisation du caoutchouc vulcanisé. — (Extrait d'une note de MM. André Helbronner et Gustave Bernstein, présentée à l'Académie des Sciences. *C. R.*, p. 1343.) — L'un de nous a indiqué précédemment que le caoutchouc, sous l'action des rayons ultraviolets, entrait en liaison avec le soufre pour se vulcaniser. Poursuivant cette étude, nous avons trouvé qu'en soumettant à l'action des rayons ultraviolets des solutions de caoutchouc additionnées de soufre, non seulement la solution se vulcanisait dans ces conditions, mais encore le caoutchouc, au lieu de se précipiter au bout d'un certain temps comme on pouvait s'y attendre, étant donnée l'insolubilité du caoutchouc vulcanisé, fournit, au contraire, un gel d'une stabilité remarquable ; au bout de quelques mois, en effet, il n'est pas possible d'y déceler la moindre trace de précipitation, non plus que par un chauffage de 18 heures à 80°. Si, d'autre part, on laisse évaporer cette dissolution vulcanisée, on obtient une pellicule qu'il devient impossible de redissoudre dans un solvant quelconque du caoutchouc. Ce fait, en dehors de la combinaison avec le soufre, montre donc bien la matérialité de la vulcanisation effectuée par les rayons ultraviolets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'obtention de cette solution vulcanisée permet de jeter quelque clarté sur le processus de la vulcanisation.

Smits et Wiegand, en effet, ont observé que, sous l'action des rayons ultraviolets, le soufre soluble dissous dans un solvant quelconque se transforme d'abord en soufre colloïdal pour se précipiter ensuite ; or, lors de l'exposition aux rayons ultraviolets d'une solution de caoutchouc additionnée de soufre, l'on n'observe, au contraire, ni précipité, ni même un louche ; et, comme il s'est formé dans ces conditions une certaine quantité de soufre insoluble, l'on peut en conclure que c'est cette variété de soufre qui, au fur et à mesure de a formation, se combine ou se laisse absorber à l'état naissant par le caoutchouc, et produit ainsi la vulcanisation.

L'état naissant du soufre insoluble semble d'ailleurs être une condition, sinon indispensable, du moins très favorable pour l'opération, car nous n'avons pas obtenu de vulcanisation effective en soumettant aux rayons ultraviolets une solution de caoutchouc tenant en suspension du soufre insoluble très finement divisé.

Les faits précédents expliquent également le mécanisme de la vulcanisation à chaud dans laquelle on opère à une température où une partie du soufre employé se transforme en soufre insoluble.

Les quantités de soufre combiné qui permettent d'obtenir une solution bien vulcanisée sont faibles et ne correspondent pas avec les chiffres usuels des procédés ordinaires de vulcanisation ; tandis que ceux-ci exigent 1,5 à 2,5 p. 100 de soufre combiné (bien qu'avec le caoutchouc Para cette quantité puisse dans certains cas descendre à 1 p. 100), avec les solutions vulcanisées, au contraire, l'on obtient, par évaporation, une pellicule ayant tous les caractères d'une bonne vulcanisation, mais renfermant seulement 0,6 p. 100 de soufre combiné.

L'action vulcanisante de cette faible quantité de soufre peut être rapprochée de l'action polymérisante des traces de soufre (0,2 p. 100) dans la synthèse du caoutchouc à partir de l'isoprène.

Le caoutchouc obtenu par cette synthèse est polymérisé à un plus haut degré que la gomme naturelle. Il est insoluble dans la benzine.

Il semble donc que le chiffre de soufre combiné (coefficient de vulcanisation de C.-O. Weber) ne permet aucun diagnose du degré de vulcanisation lorsque cette dernière n'a pas été effectuée dans des conditions physiques rigoureusement identiques.

De plus, cette variation entre le chiffre du soufre combiné et l'effet physique obtenu par la vulcanisation semble indiquer que la repolymérisation du caoutchouc par le soufre qui a lieu dans la deuxième phase de la vulcanisation est une réaction catalytique et que la combinaison du soufre avec le caoutchouc n'est plus qu'une réaction subsidiaire et secondaire.

Sur le dosage de l'huile. — Ce dosage dans une couleur en pâte est une source de difficultés. M. le Dr A. Mazza, chef du laboratoire de chimie de la direction de la salubrité de la province de Buenos Aires (Argentine), signale, dans les *Annales des Falsifications* (avril 1914, p. 210), que l'emploi des divers dissolvants ne donne pas des résultats satisfaisants, puisque l'élément minéral passe avec les dissolvants et, par conséquent, avec l'huile, lorsqu'on tente d'effectuer des filtrations ou de traiter les couleurs par le Soxhlet.

Les seules couleurs dans lesquelles il est parfois possible de séparer l'huile par dissolution dans l'éther, sulfure de carbone, etc., sont les couleurs blanches, quoique, dans beaucoup de cas, le passage de la matière minérale au travers du filtre soit inévitable.

Pour les couleurs rouges (oxyde de fer, ocres en pâte), on a employé la méthode par cal-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cination d'une partie de la substance. Naturellement, lorsqu'il y a des carbonates, des sulfures, de la matière organique, des sels volatils, etc., on ne se doute pas de la présence de toutes ces impuretés et on les calcule comme huile siccative, de sorte qu'on peut déclarer supérieure une couleur renfermant un pourcentage élevé d'éléments étrangers.

Dans les couleurs qui ont pour base du charbon (noires), des chromates (jaunes), du ferrocyanure ferrique (bleues) et dans les mélanges de ces dernières (vertes), on a déposé l'huile en agitant les couleurs dans un flacon bouché à l'émeri et en laissant au repos pendant 24 heures. La matière minérale se dépose au fond du flacon, pendant que l'huile passe dans le dissolvant employé. En évaporant une partie du liquide décanté et en pesant le résidu, on a le résultat cherché. Mais les chiffres que l'on trouve sont toujours trop élevés, parce que, outre que le liquide reste opalin, même après 24 heures de repos, on ne peut pas éviter la concentration du dissolvant pendant la durée de l'opération. De plus, en agitant le contenu du flacon, par la pression qui se produit dans l'intérieur, une partie du liquide, et par conséquent de la substance, s'échappe par la fermeture.

En raison de cette difficulté, M. Mazza a recherché une méthode simple de séparation de l'huile dans les couleurs. Il a remplacé les divers dissolvants par un mélange formé de deux parties d'alcool et trois parties d'éther. On opère de la façon suivante :

Dans un flacon en verre, on pèse 2 ou 3 g de couleur, on y ajoute le mélange alcool-éther; on ferme partiellement le flacon avec un verre de montre et l'on chauffe au bain-marie pendant une demi-heure en agitant fréquemment avec une baguette en verre, qu'on laisse dans le vase. L'huile dissoute, on retire le flacon du bain-marie et on laisse en repos pendant cinq minutes, afin que la matière minérale se dépose. On rassemble ensuite le résidu sur deux filtres de poids égaux qu'on a au préalable mouillés avec le mélange alcool-éther. Il faut détacher les dernières parties de la matière minérale des parois du vase au moyen de la fiole à jet ou d'une baguette en verre à l'extrémité munie d'un petit tube en caoutchouc. La petite portion de caoutchouc qui se dissout passe avec le liquide laveur. On lave jusqu'à ce que le liquide filtré ne donne plus de tache sur le papier.

On sèche le résidu à l'étuve ; on le laisse refroidir et l'on pèse. La différence entre ce poids et celui de la matière prélevée correspond à l'huile dissoute.

Si l'on veut rendre plus rapide la dissolution de l'huile, on traite d'abord la couleur avec 25 à 30 cm^3 d'éther et l'on chauffe au bain-marie jusqu'à dissoudre l'huile ; on y ajoute ensuite l'alcool, on laisse déposer et l'on filtre selon la marche indiquée.

Conservation des bois. — L'application de la créosote à la conservation des bois a suscité toute une série de mémoires. MM. S. H. Collins et A. A. Hall donnent une nouvelle contribution à la question (*Journal of the Society of chemical Industry*, 1904, p. 466-468). Ils citent comme extrait intéressant de ce qui a été publié récemment un chapitre de l'*Allen's Commercial organic Analysis* (vol. III).

La naphtaline reste-t-elle dans le bois, ou se volatilise-t-elle? Les phénols et les composés azotés qui existent dans la créosote accroissent-elles la propriété conservatrice du bois, ou n'ont-elles qu'une faible influence, comme le dit Charitschkoff?

Les auteurs indiquent pour la détermination de la naphtaline une méthode qui, d'après eux, donne seule des résultats satisfaisants. Ils disent que la naphtaline brute est un magnifique préservatif du bois, mais à condition que la quantité absorbée soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisante, ce qui entraîne une forte dépense. La créosote disparaît des parties exposées à l'air. Au cours du traitement d'imprégnation, les parties les plus volatiles se perdent aisément.

Utilisation de la tourbe pour fixer l'azote. — Les procédés qui fournissent les engrais azotés à partir de l'azote atmosphérique se multiplient. Union directe de l'azote et de l'oxygène sous l'influence de l'arc électrique (Birkeland et Eyde); production de la cyanamide calcique à partir du carbure de calcium; nitrates (Schonherr); nitrure de calcium (Serpek); nitrure d'aluminium; sulfates d'ammoniaque retirés du gaz; ou de la tourbe par distillation sèche (Buckler); nitrières artificielles sur lit de tourbe (Müntz). La tourbe a servi encore récemment de substratum à deux ordres de recherches.

Celles du professeur W. B. Bottomley, du King's College à Londres (*Journal of the royal Society of Arts*, 13 mars 1914, p. 372-380), portent sur le traitement bactérien de la tourbe.

Le rôle joué par les bactéries de la terre a été très étudié dans les dernières décades. L'azote de l'air, cet élément considéré pendant une longue période comme inerte et sans valeur, est au contraire l'un des agents indispensables à la vie végétale. Cette vérité, entrevue par Boussingault dès 1838, puis méconnue par lui, fut reprise et défendue, puis expliquée successivement par Ville, Berthelot, Hellriegel et Willfarth, Winogradsky, Müntz, Bréal et Prazmowski, Beijerinck, Noble et Hiltner.

La première observation du fait de l'absorption de l'azote par certaines plantes est due à Priestley, 1779, et à Ingenhousz. Mais Th. de Saussure combattit cette opinion et attribua l'origine de l'azote végétal à l'ammoniaque des engrais. Boussingault, 1838, expérimenta sur le trèfle et le pois et soutint de nouveau l'opinion que l'azote de l'air pouvait s'assimiler aux plantes pendant le cours de la végétation. Liebig, 1839-40, le combattit et adopta l'opinion de Th. de Saussure. De nouvelles expériences de Boussingault, 1851-55, lui firent abandonner sa première idée et se ranger à l'opinion de De Saussure et Liebig; ces nouvelles recherches de Boussingault avaient été suscitées par celles de G. Ville, commencées en 1849, poursuivies jusqu'en 1855; une commission nommée par l'Académie des Sciences en 1854 conclut en faveur du dernier. Les travaux les plus considérables qui aient été faits ensuite sur cette question de l'assimilation de l'azote atmosphérique par les végétaux sont ceux de Berthelot, à la Station d'Essais de Meudon, à partir de 1883.

Hellriegel et Willfarth, 1886, découvrirent l'importance des nodules à bactéries qui existent dans les légumineuses, fixatrices d'azote; Bréal et Prazmowski ont confirmé le rôle de ces bactéries et leur mode de vie par symbiose. Beijerinck, 1888, a montré que les bactéries de ces nodules peuvent absorber l'azote; et Noble et Hiltner, 1900, sont arrivés à préparer des cultures de ces bactéries, cultures que le Department of Agriculture, aux États-Unis, a essayé de vulgariser pour de véritables inoculations des sols.

Il est une autre origine de la fixation de l'azote atmosphérique; c'est celle qui se produit dans les nitrières, soit naturelles, soit artificielles, sous l'influence de ferments organisés, le micrococcus punctiformis de Schlœsing et Müntz et la nitromonade ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ferment nitreux de Winogradsky. Ce sont les travaux de Schlœsing et Müntz (Comptes rendus, t. 89, p. 1074) qui ont montré que la nitrification est le résultat de l'action microbienne. Winogradsky isola et cultiva des organismes qui remplissent la fonction nitrifiante. Warington, Omeliansky (*Archives des Sciences biologiques de Saint-Pétersbourg*, 1899), Boullanger et Massol, etc. (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1913) ont précisé les conditions dans lesquelles ces ferments nitrificateurs agissent. MM. Müntz et Lainé (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, août 1907, p. 951) ont remplacé le terreau par la tourbe pour obtenir une nitrification intensive et des nitrières à hauts rendements.

La tourbe, d'ailleurs, renferme, à l'état sec, 2 à 3 p. 100 d'azote combiné à la matière organique. Et en Allemagne, on a extrait industriellement cet azote à l'état de sels ammoniacaux, mais on ne récupère ainsi que le dixième de l'azote existant, et le rendement ne dépasse pas 10 kg de sulfate d'ammoniaque par tonne de tourbe. Dans des essais déjà anciens, dit M. Müntz, on a essayé d'extraire l'azote à l'état d'ammoniaque en faisant intervenir la vapeur d'eau à température modérée, comme le proposent De Molon, Lencauchez; ou en opérant la combustion de la tourbe en présence d'un mélange d'eau et de vapeur d'eau, comme le préconise Waltereck. M. Müntz, en opérant la combustion totale de la tourbe en présence de vapeur d'eau surchauffée, a obtenu la presque totalité de l'azote à l'état d'ammoniaque.

C'est du traitement bactérien de la tourbe que M. Bottomley s'est occupé. En dehors des organismes fixateurs d'hydrogène qui vivent dans les nodules des légumineuses, il en est qui vivent dans le sol même, où Beijerinck les a découverts en 1901; il les nomme Azotobacters. Ils sont abondants et peuvent aisément se cultiver, comme je le faisais remarquer plus haut. Ce sont ces Azotobacters dont M. Bottomley a essayé des cultures sur la tourbe, après avoir découvert que certaines bactéries convertissent la tourbe en substances humiques qui constituent alors un milieu favorable pour le développement des Azotobacters.

Le traitement comporte trois stages. Dans le premier, la tourbe est additionnée de bactéries humifiantes, et maintenue pendant une dizaine de jours à une chaleur douce. Dans le second, la tourbe humifiée est stérilisée par la vapeur. Dans le troisième, la tourbe stérilisée est additionnée d'une culture d'organisme fixateur d'azote, l'Azotobacter chroococcum ou le Bacillus radicicola, puis elle est laissée à une température de 26° pendant quelques jours. Ce traitement accroît la proportion d'azote contenue dans la tourbe de 1,26 p. 100 à 4,31. Le fumier d'étable en renferme 2,53. Cet enrichissement est à noter. De très remarquables résultats de cultures ont été obtenus en cultivant des plantes avec de la tourbe enrichie qui leur sert et de fumier et d'apport d'azote.

La tourbe a été l'objet d'un autre procédé dû à M. Albert Nodon. Il consiste à traiter les tourbières par voie électrolytique, pour en extraire les nitrates. L'acide nitrique se rend à l'anode. Ce procédé permettra-t-il de tirer un parti économique des si remarquables études de MM. Müntz et Laîné sur les nitrières à hauts rendements?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur l'estimation du degré de blutage des farines. — M. L. LINDET (*Annales de la Science agronomique*, avril 1914, p. 145) a demandé à l'analyse chimique un procédé nouveau du dosage de la cellulose dans les farines, permettant d'estimer leur degré de blutage. Cette estimation ne se fait encore que par un examen superficiel de la farine, après l'avoir aplatie et humectée d'eau (procédé Pekar); elle offre un grand intérêt pour les transactions commerciales et les estimations douanières.

Le dosage des débris ou piqûres, rapporté au poids de la farine, pourrait donner quelque certitude, si on ne se heurtait pas à ce fait que les réactifs chimiques ou biologiques qui peuvent éliminer l'amidon et le gluten enlèvent en même temps les composés ternaires, les matières azotées et les matières minérales contenues dans ces débris, en sorte qu'il ne reste plus que de la cellulose, plus ou moins imprégnée, qui ne représente ni le poids initial des débris, ni le poids de la cellulose pure.

Dans ces conditions, il semble qu'il vaille mieux prendre le parti de doser la cellulose de ces débris, en la débarrassant complètement de toutes les matières étrangères qui l'accompagnent.

Cette question avait été posée devant la Commission internationale des Analyses (New York, 1912), et j'avais proposé d'employer, pour le dosage de la cellulose dans les farines, la méthode classique, suivie en général dans les laboratoires agronomiques pour le dosage de la cellulose dans les fourrages, mais en modifiant la partie de l'opération relative à la filtration : au lieu de séparer les produits cellulosiques après le traitement acide et après le traitement alcalin, en les filtrant à travers des tampons d'amiante, j'avais proposé de les bloquer dans une gelée d'alumine, puis de les filtrer sur du papier; ce tour de main, qui sera décrit plus loin, abrège beaucoup les opérations.

Mais il ne fait pas disparaître l'inconvénient qui résulte de la durée du traitement acide, tel qu'il est indiqué dans le procédé classique (chauffage pendant cinq heures au bain-marie en présence d'une solution à 2 p. 100 d'acide sulfurique). J'ai constaté que mes collègues étrangers, M. Kosutany (Hongrie), M. Villavecchia (Italie), n'hésitaient pas à opérer avec des solutions acides plus concentrées et à l'ébullition, par conséquent en un temps beaucoup plus court.

M. L. Lindet a depuis étudié comparativement, sur une farine bise, les procédés indiqués dans les différentes méthodes proposées, soit pour le traitement acide, soit pour le traitement alcalin, soit pour la filtration, et il a constaté que l'on peut interchanger chaque partie de ces méthodes, sans modifier sensiblement les résultats.

Voici les indications qu'il donne pour doser la cellulose dans les farines :

1° 10 g de farine sont dégraissés à la benzine ou à l'éther;

2° La farine sèche est traitée, dans un Becher glass, par 400 cm³ d'acide chlorhydrique (d = 1,025) à l'ébullition, pendant une demi-heure;

3° Le liquide est additionné de 50 cm³ d'une solution à 10 p. 100 de sulfate d'alumine hydraté, puis d'ammoniaque;

4° Le précipité d'alumine, englobant le résidu cellulosique, est recueilli sur un filtre sans pli et lavé;

5° Le précipité est détaché du filtre au moyen d'un jet de pissette, et recueilli dans une fiole ou dans un vase conique;

6° Le liquide est additionné d'une quantité de soude en plaques, représentant 10 g p. 100 cm³ de liquide, et chauffé à 100° pendant une heure; l'alumine est dissoute par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la soude, et celle-ci attaque les impuretés du résidu cellulosique que l'acide sulfurique avait épargnées;

7° Le liquide refroidi est saturé par l'acide chlorhydrique, puis additionné d'ammoniaque, qui fait reparaître la gelée d'alumine, englobant la cellulose pure;

8° La gelée est filtrée sur un filtre taré, sans cendres et lavée ;

9° Le précipité d'alumine-cellulose est lavé à l'acide chlorhydrique faible, qui dissout l'alumine et laisse la cellulose ;

10° Le filtre est séché et pesé; on déduit du poids total le poids du filtre et des cendres, s'il y a lieu.

Le dosage de la cellulose ainsi pratiqué peut donner une indication intéressante sur le taux du blutage.

Les engrais de varechs. — La mer des Sargasses, qui était autrefois la terreur des navigateurs à la voile et qui faillit empêcher Christophe Colomb d'arriver en Amérique, occupe un espace de 4 millions de km², de 50° à 80° longitude ouest, entre les Canaries et les Antilles. C'est une mer de varechs (sargasso en portugais), où abonde le fucus natans qui se reproduit sur place à la surface par bouturages naturels, bien au-dessus des fonds volcaniques marquant l'emplacement de l'antique Atlantide. Cette prairie maritime est un réservoir inépuisable de chlore, de brome, d'iode, d'engrais, de cellulose, de poissons. L'avenir, dit notre confrère *Cosmos* (n° du 7 mai, p. 516), utilisera peut-être ces richesses. Comme engrais, il présente la composition suivante qu'il est intéressant de comparer à celle du fumier de ferme:

	Fucus divers (Analyse de MM. Müntz et Girard).	Fumier de ferme.
Azote	75 à 80	75 à 80
Eau	0,15 à 0,50	0,35
Acide phosphorique	0,20 à 0,30	0,40
Potasse	1 à 2	0,80
Soude	0,50 à 1	
Chaux		1,25

Si l'on pouvait trouver le moyen de le débarrasser sur place de la plus grande partie de son poids mort d'eau, il y aurait peut-être lieu d'établir une exploitation originale de cette réserve d'engrais.

L'industrie des gants de peau. — Le France importe aux États-Unis une valeur importante de gants de peau. Voici, à ce sujet, les impressions que M. H. de Saint-Laurent, consul de France à Chicago, rapporte de la part du principal importateur de ganterie de Chicago. Cet importateur est lui-même intéressé comme bailleur de fonds dans une fabrique de Grenoble, dont il prend toute la production.

D'après lui, ce qui fait la supériorité du gant français, c'est surtout la perfection des peaux, les chevreaux étant élevés dans les villages par des populations pauvres ne possédant que quelques chèvres et en prenant grand soin.

Mais au point de vue industriel, en France, un seul ouvrier prend la peau préparée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la détaille lui-même jusqu'à ce que le gant soit prêt pour la couture. En Allemagne, au contraire, on suit le principe de la division du travail, et les grandes usines arrivent à produire en deux ou trois heures ce qui demande deux journées de travail à l'ouvrier français qui fait tout par lui-même. Les meilleurs gants de chevreau continuent à être importés de France, mais les fabriques de Stuttgart leur font une concurrence redoutable.

Cet importateur importe chaque année 20 000 douzaines de gants, dont la moitié sortent de l'usine où il a des capitaux. Ce sont surtout des gants de femmes qui sont importés aux États-Unis; ceux-ci fabriquent principalement les gants d'hommes et les gants grossiers en peau d'agneau ou en cuir dont les ouvriers se servent dans un grand nombre de travaux.

Sur la digestion de la cellulose. — Les bactéries intestinales attaquent la cellulose et jouent un rôle dans la fermentation des substances azotées.

MM. André Gouin et Andouard (*Société nationale d'Agriculture*, février 1914) ont étudié successivement un régime riche en amidon, puis un régime riche en sucre.

« Le sucre, disent-ils, n'est pas entièrement assimilé dans l'intestin. Une partie, sous l'action des ferments, est transformée en produits acides qui neutralisent rapidement l'alcalinité du milieu, et par suite paralysent l'activité des bactéries. L'amidon, au contraire étant d'une digestibilité beaucoup plus lente, permet à l'intestin de conserver son alcalinité. »

L'on comprend que la digestion des matières azotées se trouve atteinte par ces circonstances.

L'établissement des bilans nutritifs de plus de 1 600 journées a prouvé qu'en dehors de l'azote, fixé dans les tissus et de celui éliminé dans les excrétions, il y a une portion qui s'échappe à l'état gazeux

L'addition de sucre à la ration alimentaire diminue l'azote excrété par les urines et celui volatilisé dans les intestins et augmente la quantité d'azote dans les excrétions solides.

Si le sucre compromet la digestion de l'azote, il diminue le taux des dépenses vitales. Mais lors d'un régime riche en sucre, il est bon d'enrichir la ration en azote.

Emploi de l'ozone pour la ventilation. — Le Congrès allemand du chauffage et de la ventilation de 1909 (Frankfort), celui de 1913 (Cologne) ont entendu des communications de M. W. Cramer et de M. Czaplewski sur l'emploi de l'ozone dans l'aération des locaux. La présente note est un résumé de la dernière communication.

La quantité d'ozone naturel qui peut se trouver dans l'air est faible par rapport à celle que l'on produit, et elle ne peut posséder qu'une faible action au point de vue hygiénique. Davy a indiqué 1mg par 100 cm^3 d'air. Wolpert dit qu'il est impossible de déterminer avec précision les faibles quantités d'ozone qui se forment dans l'air, parce que tout l'ozone atmosphérique se trouve décomposé par les matières organiques ou les impuretés gazeuses qui flottent dans l'air.

L'air des locaux habités est plus pauvre en ozone que celui de la campagne; l'air

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des locaux fermés ne renferme pas d'ozone. Houzeau, Fox et Wölffhügel l'attestent. La proportion d'ozone de l'atmosphère s'accroit à mesure que l'altitude augmente ; elle varie avec les mois en passant par un maximum en mai et par un minimum en novembre.

On croit généralement que l'ozone détruit les impuretés qui sont exhalées par le corps des animaux, et on utilise l'ozone dans ce but. L'air est ainsi purifié, non pas à cause d'une propriété désinfectante de l'ozone même, mais indirectement parce que l'ozone a oxydé les impuretés.

Des recherches concernant l'action que l'ozone peut exercer sur les microbes pathologiques ont été poursuivies avec succès par Fröhlich en 1891. Celles d'Ohlmüller l'ont amené à conclure que l'action destructive de l'ozone sur les bactéries s'exerce lorsque l'eau n'est pas trop contaminée de substances organiques non vivantes. Sonntag n'a pas constaté d'action bactéricide avec l'ozone sec ; Konrich non plus. Des feuilles de papier, plongées dans des bouillons de culture et séchées, ont été exposées à l'action de l'ozone dans des vases en verre, sans obtenir la stérilisation. De même, des bactéries séchées sur des tubes de verre n'ont pas pu être tuées par l'ozone sec. Des résultats différents sont obtenus lorsque l'ozone exerce son action sur du papier filtre humide ; ont été tués, en vases de verre avec vapeur humide, après une heure d'exposition, les microbes de : typhoïde, paratyphoïde, dysenterie, Shigakruse ; après deux heures, dysenterie Flesner ; après deux à trois heures, le Coli ; après trois heures : pyocyanogène, prodigiosus, sarcina aurantiæ, sarcina flava ; après quatre heures, tetragenus ; après deux à quatre heures, staphylococcus aureus. Après quatre heures, les spores de l'anthrax et subtilis résistent encore.

D'après Bail, il n'est pas douteux que l'ozone, en dissolution dans l'eau, possède une action bactéricide du plus haut degré ; la même action peut s'exercer avec de l'air ozonisé, par exemple dans le cas de réfrigération des denrées alimentaires.

Kuckuck est arrivé à réduire au moyen de l'ozone les bactéries qui existaient dans l'air d'un établissement de bains publics de Heidelberg. Labbé a noté la réduction par l'ozone du nombre de bactéries qui existaient dans l'air d'une chambre, bien qu'elle fût munie de tapis et de rideaux.

Des résultats plus satisfaisants s'obtiennent avec la ventilation à l'ozone, surtout dans le cas d'installations frigorifiques pour la conservation des œufs et des viandes. Il est certain que l'introduction de l'ozone dans les procédés de ventilation a produit d'excellents effets en ce qui concerne la conservation de la viande et la prévention des moisissures ; les coupes durcissent et il y a une économie de déchets.

Poussières atmosphériques. — Si l'on fait passer de l'air ozonisé dans un long tube de verre, il perd de l'ozone qui a servi à oxyder les poussières organiques (Fox et Wolffhüger).

Odeurs. — Erlandsen et Schwarz pensent que l'ozone ne sert qu'à masquer les odeurs, car celles-ci réapparaissent ; l'odeur de l'ozone masque les autres, comme le fait le phénol pour les fèces. Konrich attribue à l'ozone un simple effet de parfum. Y a-t-il masque seulement, ou destruction des odeurs ?

Le plus grand nombre des substances chimiques ont une odeur ; un grand nombre sont des parfums, souvent puissants, les uns simples, les autres complexes : parmi les premiers, on peut citer le chlore, le brome, l'hydrogène sulfuré, l'iodoforme ; et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parmi les seconds, le mercaptan, l'indol, le scatol, la triméthylamine. Il y a des substances qui n'ont pas d'odeur par elles-mêmes, mais qui en prennent sous l'influence de la chaleur ou de l'humidité ; c'est le cas de la trioxyméthéline.

En fait d'odeurs, nous devons distinguer entre l'odeur d'un local, qu'une ventilation suffisante fait disparaître, et l'odeur appartenant en propre aux substances. Notons aussi que l'état physique des matières exerce son influence ; les substances hygroscopiques, comme le sont les textiles, absorbent et retiennent les odeurs d'une manière persistante.

L'ozone, s'il existe à l'état de concentration suffisant, peut détruire certaines odeurs par suite d'une réelle oxydation, telles l'odeur de l'hydrogène sulfuré, celles de l'indol, du scatol, des matières en putréfaction.

Sur les odeurs persistantes, on lira avec un grand intérêt les recherches de Lehmann et Kisskalt. Le dernier vaporise du gaz ammoniac sec dans une chambre, et après trois semaines, l'air de la chambre reprenait encore chaque jour plusieurs grammes de gaz ammoniac.

Hill et Flack ont trouvé que l'ozone est très efficace comme destructeur d'odeurs. Deux minutes d'ozonation leur ont suffi à détruire l'odeur du tabac, du sulfate d'ammoniaque, du bisulfure de carbone, des fèces, de la viande putréfiée.

Erlandsen et L. Schwarz n'ont pas eu de résultats très heureux en opérant dans de vastes locaux.

On peut dire qu'en général les parfums et les substances odorantes, qui ont une constitution chimique très nette, sont détruits par l'ozone ; c'est le cas du sulfure d'hydrogène, de l'anhydride sulfureux, de l'ammoniaque, de l'indol, du scatol, de l'iodoforme, etc.

L'hydrogène sulfuré est décomposé à l'air par l'ozone en excès (Kisskalt). Son odeur disparaît en présence de l'ozone (Erlandsen et Schwarz).

Un excès d'ozone agit sur une partie au moins de l'anhydride sulfureux coexistant et produit de l'acide sulfurique (Schwarz et Münchmeyer).

Les odeurs de l'indol et du scatol sont détruites rapidement par un excès d'ozone (les mêmes).

Le mercaptan est facilement oxydé par l'ozone (les mêmes).

Erlandsen et Schwarz n'ont pas réussi à détruire l'odeur de la triméthylamine par l'ozone ; ils faisaient évaporer 5 cm^3 d'une solution au tiers dans une chambre cubant 15 m^3.

L'odeur de l'acide butyrique disparaissait après que l'ozone eût exercé son action plus d'une heure ; mais elle réapparaissait au bout d'une seconde heure, et persistait encore le jour suivant.

Les essais du Dr J. Muller à l'hôpital de Nurnberg ont démontré que l'odeur de l'iodoforme est enlevée par l'ozone.

Bail a trouvé que si l'on introduit même de faibles quantités d'ozone dans la ventilation, l'odeur d'une matière en putréfaction est affectée d'une façon notable, si l'on a soin d'enlever la matière elle-même.

Lübert a obtenu d'excellents effets dans les théâtres, les salles de réunion, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tabac. — L'action de l'ozone sur le tabac est d'un très grand intérêt, à cause de son emploi dans les salles de restaurants. Erlandsen et Schwarz ne constatèrent pas d'action sur les fumées épaisses ; les fumées très faibles seules se déposent. Le professeur Czaplewski a constaté qu'avec de l'ozone à forte concentration, la fumée d'une cigarette est tout à fait détruite dans une salle, et si l'on y rentre ensuite, on ne saisit aucune odeur persistante. L'odeur du tabac est également détruite sur les vêtements.

Toxicité de l'ozone. — Hill, Flack, Konrich sont d'accord que l'ozone à faible concentration n'a pas d'effet nuisible ; mais à haute concentration il irrite les membranes muqueuses. Les poumons s'enflamment directement.

D'après Cramer, l'ozone ne serait toxique que s'il est préparé par voie chimique et s'il renferme des impuretés.

Dans des expériences sur des rats, des chats, des chiens, des chèvres et des souris, Hill et Flack ont, avec de l'ozone à 2-40 p. 1 000 000, trouvé que les animaux meurent s'ils sont exposés à 15-20 millionièmes pendant deux heures. La mort est causée par l'inflammation des voies respiratoires, la congestion et l'œdème des poumons.

Les recherches de Konrich l'amènent à conclure que l'ozone est toxique pour les lapins, les cochons d'Inde, les rats et les souris. Mais ses expériences se sont faites en espaces trop confinés; et l'excès de chaleur, la présence de l'acide carbonique, celle de vapeurs nitreuses ont pu avoir leur influence dans ces expériences.

Sigmund a prouvé que l'ozone tout à fait pur n'est pas dangereux pour les petits animaux.

Labbé et Oudin ont attiré l'attention sur ce que l'ozone préparé par voie chimique est toujours impur; il faut surtout veiller à ce qu'il ne coexiste pas de vapeurs nitreuses.

Konrich a expérimenté sur l'homme. Dans une chambre où l'on faisait séjourner les sujets pendant une à quatre heures, l'on a essayé l'action de l'air ozonisé, soit sec, soit humide. Les résultats sont les mêmes qu'avec les animaux; l'air ozonisé sec est très irritant. Le professeur Czaplewski incrimine ces expériences et leur fait les mêmes reproches qu'à celles de Konrich sur de petits animaux, expériences relatées plus haut.

Czaplewski a fait des expériences à l'abattoir de Mülhausen; l'air faiblement ozonisé s'est trouvé plutôt agréable ; celui fortement ozonisé a causé des irritations, des malaises, quoique sans conséquences graves, même à la teneur élevée de 2,7 g par litre.

Dans la pratique, Erlwein remarque que les ouvriers qui respirent de l'air ozonisé n'ont jamais présenté de graves malaises, tels ceux d'une usine de stérilisation des eaux par l'ozone.

***

Venant à l'application de l'ozone dans la ventilation, le professeur Czaplewski dit que l'air des locaux fermés se vicie pour les causes suivantes.

1° La respiration pulmonaire exhale de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau, et cause un accroissement de la température ;

2° La respiration cutanée dégage des exhalaisons variées;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° L'éclairage accroît la température et jette dans l'air de l'anhydride carbonique ou des vapeurs, comme c'est le cas pour le pétrole;

4° Les odeurs des mets, du tabac, etc., se mélangent au tout.

Cette viciation de l'air dans les locaux confinés est donc caractérisée par une augmentation d'humidité et d'acide carbonique, une diminution d'oxygène et la présence d'odeurs et de relents désagréables et nuisibles. Cette situation est nuisible; elle est la cause des mauvaises digestions. On peut y obvier par une ventilation parfaite. Mais comme celle-ci n'est pas possible, on recourra à une ventilation à l'ozone, non pas en ozonisant l'air du local, mais en le ventilant avec de l'air ozonisé.

On obtient d'excellents résultats dans les cafés, les restaurants, les théâtres, les salles de réunion; Lübbert les a obtenus dans les vaisseaux d'émigrants; Kuckuck dans des bains publics, où les odeurs de la sueur, du savon, des couvertures et des cloisons humides se mêlent si désagréablement. Erlwein a pu diminuer d'une façon notable l'odeur des salles de dissection. De très bons résultats sont obtenus aussi dans les ateliers de filature et de tissage où l'on doit maintenir une atmosphère très humide.

Les installations frigorifiques ouvrent un large champ à la neutralisation avec ozone, parce que celui-ci contribue à la conservation de la viande, des œufs, etc. Konrich, Erlwein parlent avec faveur des installations des abattoirs de Berlin, pour les salles de conservation et aussi pour détruire les odeurs des cheminées de ventilation; le passage de la ventilation à travers des lits de coke était souvent impuissant; l'ozone fut parfait à détruire ces odeurs.

L'ozone est également efficace pour désinfecter les bouteilles, les tonneaux, les tuyauteries, les appareils, les tissus de filtres.

La concentration de l'ozone est très importante. Mais il manque une méthode adoptée par tous. Aussi est-il impossible de comparer entre elles des recherches si nombreuses. Il faut donc proposer une méthode uniforme dans son principe (qui peut être celui de la méthode à l'iodure du potassium), comme dans les détails de la mise à exécution. Il faudrait une métho le qui ne nécessitât qu'un volume de 10 à 50 l d'air et une durée de quelques minutes.

Le professeur Czaplewski déclare enfin qu'à son avis, l'on n'obtiendra de bons effets qu'à condition d'user souvent de la ventilation à l'ozone, afin d'en saturer les murs des locaux; à fortes concentrations si les locaux ne sont pas habités, à faible concentration s'ils sont occupés.

***

En résumé, l'ozone est un gaz très actif, et son action résulte du pouvoir oxydant si considérable qu'il possède. Il agit mieux à l'état humide qu'à l'état sec. Ce n'est qu'à forte concentration qu'il donne des effets énergiques.

Dans l'action de l'ozone, il ne faut pas compter sur la destruction des bactéries par l'ozone même, soit dans l'air, soit sur les murailles ou sur les objets que le local renferme. Il n'y a pas oxydation des poussières organiques. Mais il y a un effet certain sur de nombreuses substances odorantes et sur les odeurs auxquelles ces substances donnent lieu. Quelques odeurs sont détruites, d'autres sont appauvries. Les odeurs persistantes sont également appauvries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les effets de l'ozone sur l'homme dépendent de la concentration. Si la concentration est faible et la quantité minime, l'effet est agréable; il y a une sorte de renouvellement sans aucun danger. Si la concentration est forte, l'ozone cause l'irritation des membranes muqueuses, principalement de celles des voies respiratoires. La sensibilité à ces effets est très variable.

Il est douteux que, dans les expériences réalisées, la mort des sujets animaux et les malaises des sujets humains soient dus uniquement à l'ozone. Il faut prendre grand soin que l'ozone soit pur et ne renferme pas de composés oxygénés de l'azote.

La ventilation d'un local avec de l'air ozonisé, surtout la ventilation centrale, est bien supérieure à l'ozonisation de l'air même du local.

La ventilation des locaux habités ne doit se faire qu'à des teneurs très faibles.

L'ozonisation ne doit pas dispenser de toute ventilation. Une bonne ventilation est la première chose à ménager; on l'améliorera en la combinant avec une ozonisation.

Sous le bénéfice de ces diverses remarques, l'emploi d'air ozonisé est avantageux, surtout dans les ateliers industriels.

Enfin, les contradictions qui existent entre les résultats de la pratique et ceux des laboratoires doivent être élucidées par de nouvelles recherches, pour lesquelles il faut avant tout fixer une méthode uniforme de détermination et de dosage.

JULES GABÇON.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par M. Henri Hitier
membre du Conseil.

La hausse des prix de la viande de mouton et la diminution des troupeaux de moutons. Évolution dans l'exploitation des troupeaux. La lutte contre les diverses maladies. — Le bétail bovin en 1913 et la baisse du prix de la viande de bœuf. — La lutte contre la tuberculose bovine.

***

La hausse des prix de la viande de mouton. — La viande de mouton a atteint ces derniers mois, sur les marchés de La Villette et les marchés des provinces, des prix très élevés ; ainsi à La Villette, les lundi 11 et 18 mai, le prix du kilogramme, poids net, de viande de mouton était de 2,90 f pour la 1re qualité, 2,60 f pour la 2e qualité, 2,40 f pour la 3e qualité ; la hausse est continue et sensible depuis plusieurs années. La statistique agricole annuelle du Ministère de l'Agriculture (1911) renferme un tableau des prix du kilogramme de viande nette au marché de La Villette de 1860 à 1911 d'où nous extrayons les chiffres suivants.

	Moutons.		
Années.	1re qualité.	2e qualité.	3e qualité.
	fr.	fr.	fr.
1860	1,64	1,47	1,34
1861	1,64	1,46	1,33
1863	1,56	1,43	1,26
1871	1,97	1,72	1,50
1872	1,98	1,72	1,55
1873	2,05	1,84	1,65
1886	1,79	1,60	1,38
1887	1,70	1,49	1,27
1888	1,81	1,59	1,40
1901	2,00	1,82	1,67
1902	2,05	1,88	1,71
1903	2,13	1,96	1,81
1909	2,28	2,15	1,99
1910	2,24	2,04	1,85
1911	2,43	2,26	2,11
1912 (1)	2,47	»	1,89
1913 (1)	2,67	»	1,90

(1) Chiffres donnés par M. Rollin à la Société nationale d'Agriculture, 28 janvier 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si grande cependant qu'ait été, en France, la hausse du prix de la viande de mouton, l'élévation des prix a été encore plus accentuée en Allemagne et notamment à Berlin, ainsi qu'il ressort de travaux statistiques récents (voir à ce sujet le *Journal d'Agriculture pratique* du 14 mai 1914, page 614).

La cause de cette élévation des prix tient incontestablement et tout d'abord à la diminution du nombre des troupeaux de moutons en France et à l'étranger.

Diminution de l'effectif des troupeaux. — Pour la France nous relevons, en effet, dans les statistiques agricoles les chiffres que voici :

Années.	Total de l'espèce ovine. nombre de têtes.
1852	33 281 592
1862	29 529 678
1882	23 809 433
1892	21 115 713
1902	18 476 788
1911	16 425 330

Cette diminution croissante du troupeau a été appelée d'un nom spécial : *la dépécoration* et, dans un travail présenté avec une grande clarté, M. Georges Jannin, ingénieur agricole, docteur en droit, a nettement mis en relief les causes de cette dépécoration (1). Le *perfectionnement général de la culture* est justement cité par lui comme la cause la plus importante : le défrichement des terres incultes réduit sans cesse le parcours, remarquait déjà Léonce de Lavergne en 1860. En outre, à l'ancien assolement triennal avec jachère s'est substitué, dans la plupart des régions en France, un assolement plus intensif avec plantes sarclées et prairies artificielles : « L'ancien assolement triennal, avec une année de jachère nue, laissant libre tous les ans un tiers des terres qui, augmenté des chaumes de céréales après la moisson, rendait la presque totalité de la surface des fermes accessible au mouton, était très favorable à l'extension de la production ovine. Mais peu à peu, avec le développement des cultures fourragères et des engrais, le cultivateur a transformé la jachère nue en jachère cultivée, puis, dans les terres riches, lui a substitué des plantes sarclées, betteraves ou pommes de terre, et ces nouvelles soles formèrent autant de surfaces en défens qui barrèrent la route aux troupeaux. Il restait encore les chaumes de céréales après la moisson, qui, surtout les années humides, grâce à l'envahissement des plantes adventices, fournissent une nourriture abondante et constituent une précieuse ressource sinon pour l'élevage, tout au moins pour l'engraissement des troupeaux de passage.

« Mais la culture intensive ne tarda pas à imposer les labours de *déchaumage*, les polysocs suivent la moissonneuse, gagnent du temps pour le travail des terres et enfouissent les mauvaises graines, qui, germant avant l'hiver, sont détruites par le froid plus sûrement que par la dent du mouton dont le rôle de glaneur et de destructeur des plantes messicoles disparaît de plus en plus (2). »

La baisse du prix des laines a été également une des causes de la diminution des troupeaux. Dans certaines fermes, on comptait autrefois que la laine payait le fer-

(1) Georges Jannin. *La question ovine en France*, Paris, Jouve et Cie, éditeurs, 1913.
(2) G. Jannin, p. 25-26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mage; les temps sont bien changés. M. Jannin cite des chiffres, relevés par M. D. Zolla, du prix par kilogramme de laines lavées à fond sur le marché français.

Années.	Prix du kilo de laines lavées à fond. francs.
1850-1854.	8,20
1860-1864.	8,91
1870-1874.	6,80
1875	7
1891	4
1894	3,40
1899	4,50
1910	3

Cette énorme baisse a, évidemment, découragé beaucoup d'éleveurs qui exploitaient surtout le troupeau en vue de la laine. Depuis 1910, toutefois, une hausse assez sensible s'est manifestée sur les prix des laines.

La pénurie des bergers a été la cause de l'abandon des troupeaux dans nombre de fermes, et la difficulté de se procurer de bons bergers, des bergers sérieux, reste aujourd'hui la principale raison qui empêche la plupart des agriculteurs de reconstituer un troupeau. C'est que la valeur du troupeau, le bénéfice qu'il peut procurer, dépendent surtout des soins que le berger saura lui donner. Un excellent troupeau confié à un mauvais berger, à un berger médiocre, est détruit en quelques mois. Or l'on trouve de plus en plus difficilement des jeunes gens qui consentent à prendre le métier de berger; du reste il ne faut pas qu'ils *consentent* à prendre ce métier, il faut qu'ils le *choisissent* parce qu'il leur plaît, qu'il est de leur goût. Pour être bon berger, il faut aimer ses bêtes. Et puis, le troupeau exige des soins tous les jours de l'année, du 1er janvier à la Saint-Sylvestre : il n'y a ni fête, ni dimanche, pour le berger ; tout au moins il faut être là, ne serait-ce que pour assurer la nourriture et la garde des animaux, et de moins en moins l'on trouve des hommes qui veuillent s'astreindre à pareil assujettissement. Les salaires des bergers étaient, autrefois surtout, les plus élevés du personnel de la ferme ; ils le sont encore aujourd'hui, mais la différence en leur faveur est peut-être moins accentuée.

Toujours est-il que les plaintes sur la pénurie des bergers sont unanimes; interrogez 100 agriculteurs qui n'ont pas ou n'ont plus de moutons, 99 vous répondront : « Je voudrais bien en avoir, mais il m'est impossible de trouver un berger. »

Beaucoup d'autres causes ont été ensuite mises en avant, qui se rattachent la plupart à la cause générale du perfectionnement des systèmes de culture; telles sont par exemple les restrictions à la vaine pâture des communaux, la réglementation de la transhumance, la substitution du bovidé au mouton, l'emploi des engrais chimiques, etc., etc. Il est bien certain, par exemple, que de grands efforts ont été faits dans les Alpes et les Pyrénées pour substituer le bœuf ou la vache au mouton dans l'exploitation des pâturages de montagnes, en même temps que de sages réglementations limitaient le nombre des moutons à admettre sur les pelouses alpestres. De là une diminution des troupeaux de la Crau et de la Camargue qui ne peuvent subsister qu'en allant, pendant la saison estivale, en montagne, trouver la nourriture, l'herbe qui leur manque, en été, en Provence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'amélioration des prairies dans le Massif central et la transformation de sortes de landes et de pacages en herbages ont permis d'élever des bovidés là où le mouton jadis pouvait seul trouver sa nourriture.

Dans beaucoup de fermes l'on entretenait un troupeau pour fumer les terres, que l'on parquait régulièrement durant toute la belle saison, et nous nous rappelons encore avoir assisté vers 1884 à une conférence de M. Pouyer-Quertier, à Amiens, venant défendre la politique protectionniste et donnant comme argument en faveur du mouton et des droits de douane sur les laines : qu'au moins, avec le mouton, le fermier était sûr d'avoir un bon engrais qui ne serait pas falsifié et frelaté comme les engrais chimiques.

Évolution dans l'exploitation des troupeaux. — A vrai dire, l'évolution des systèmes de culture a entraîné une diminution des troupeaux de moutons en France, mais a surtout amené une évolution considérable dans le mode d'exploitation du troupeau, à tel point que l'on pouvait encore soutenir, il y a peu de temps, que l'accroissement de la productivité de notre troupeau avait permis de compenser la réduction du nombre même des têtes d'animaux. En fait nous n'importons en France que des moutons d'Algérie et de Tunisie, importations qui ont atteint 1 200 000 têtes en 1913; venant en dehors, de l'étranger, on n'en compte que quelques milliers, des monténégrins débarqués au port de Marseille; et, quant aux importations de moutons congelés tentées depuis quelques années et que l'on avait cru un moment devoir prendre une certaine importance, — puisque cette importation qui n'était, en 1910, que de 704 q avait passé à 2 823 q en 1911 et 4 558 q en 1912, — elles sont retombées à 3 883 q en 1913 ce qui correspond à 19 000 moutons environ. (1)

Mais il est non moins certain que la diminution progressive et ininterrompue de l'effectif de nos moutons est telle aujourd'hui qu'il y a raréfaction de la viande de mouton et hausse considérable des prix : « Nous en sommes arrivés à ce point, écrit M. Marcel Vacher, que les progrès de précocité acquis par nos races ne peuvent plus entrer en ligne de compte pour compenser le déficit numérique chaque année accusé par les statistiques. »

Et M. Rollin dans une communication du 28 janvier 1914 à la Société nationale d'Agriculture, sur le marché de La Villette et les cours du bétail pendant l'année 1913, à propos des moutons, s'exprimait ainsi :

« La situation de notre marché aux moutons reste précaire. Notre troupeau est notoirement insuffisant pour nos besoins, et, en dehors de la période d'importation des africains, de mars à septembre, les prix restent trop élevés pour le consommateur.

(1) Commission permanente des Valeurs de Douane, session 1913.

En Angleterre, il en est tout autrement; il y a trente ans encore l'importation des moutons vivants dépassait 1 million de têtes annuellement; maintenant elle est quasi totalement nulle, quelques têtes. Par contre, en 1912, les importations de viandes de moutons se sont élevées à 5 022 000 quintaux anglais et à 5 338 000 en 1913. Sur cette quantité 5 051 000 q étaient des moutons congelés, provenant de la Nouvelle-Zélande pour 2 200 000 q, de l'Australie pour 1 666 000 q, de l'Argentine pour 1 012 000 q. La viande fraîche de mouton vient exclusivement des Pays-Bas qui en ont envoyé 126 000 q en 1913. (H. Sagnier, Société nationale d'Agriculture, 25 mars 1914.)

Il est à remarquer, à propos de l'Angleterre, que c'est un des pays du monde où le troupeau de moutons s'est le mieux maintenu avec même tendance à augmenter certaines années : Grande-Bretagne et Irlande, 29 584 400 moutons en 1903 et 30 402 000 en 1911. (Statistique du Ministère de l'Agriculture).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix moyen de l'année dernière (1913), pour la première qualité, ressort en hausse de 0,20 f par kilogramme de viande nette sur celui de l'année 1912. Cette différence provient surtout d'un changement dans la classification des moutons. On en est arrivé à ne plus considérer comme première qualité que les agneaux « anglaisés », ou les petits moutons du centre de la France, d'un poids n'excédant pas 20 kg de viande nette, parce que c'est la sorte favorite de la bonne boucherie parisienne, tandis que les bons moutons métis de Brie, de Beauce, du Soissonnais, les Champenois, les Bourguignons, les Albigeois, les Gascons, etc., d'excellente qualité comme viande, mais d'un poids un peu élevé ou d'une conformation moins parfaite, sont rangés presque dans la deuxième catégorie et n'obtiennent qu'un prix inférieur de 0,30 f à 0,40 f par kilogramme, à celui des précédents. Le prix moyen de la troisième qualité est, à un centime près, le même qu'en 1912. »

La production de la *viande d'agneau*, du mouton pesant, à l'âge de 5 ou 6 mois, 35 à 45 kg, poids vif, tel est l'objectif actuel de beaucoup d'agriculteurs dans l'exploitation de leurs troupeaux; mais c'est alors une exploitation du mouton essentiellement intensive et qui ne rappelle en rien l'ancienne sur les parcours et la jachère avec la vente des moutons à la boucherie vers 3 à 4 ans. Voici en quelque sorte le type de l'exploitation nouvelle :

Dans les fermes à culture intensive, de l'Ile-de-France, de la Brie, du Valois, du Vexin, etc., on entretient un troupeau de brebis de race rustique telles que les brebis berrichonnes, par exemple, on n'élève pas toutefois ces brebis, mais on les achète agnelles dans leur pays d'origine, dans le Cher et l'Indre, vers l'âge d'un an; brebis et agnelles forment un troupeau qu'on envoie, en été, pâturer sur les sainfoins et les luzernes dont on a pris les premières coupes, qu'on envoie ensuite sur les chaumes de céréales avant de défricher ceux-ci, sur les regains des prairies artificielles, sur les champs de betteraves qui viennent d'être arrachés et où restent feuilles et collets. En réalité on les nourrit sans grands frais, de déchets pour ainsi dire, qui n'ont guère de valeur marchande. Dès juin, on met le bélier avec les agnelles et brebis, mais on ne leur donne pas un bélier quelconque, on choisit un beau bélier de race *Southdown*, race d'origine anglaise, d'une remarquable précocité.

L'agnelage commence vers la mi-novembre, dure jusqu'en janvier-février. A ce moment, le troupeau est rentré bien entendu à la bergerie, et tant que les mères allaitent, elles reçoivent une alimentation des plus abondantes : pulpe avec paille d'avoine à discrétion, foin de luzerne, petits grains, etc. Il faut en effet qu'elles aient du lait le plus possible, les agneaux doivent téter pendant au moins trois mois, et ce n'est qu'au bout de six semaines qu'on leur donne un supplément de nourriture dans un compartiment voisin de celui de leurs mères. Petit à petit: on les tient séparés des mères par des intervalles de temps de plus en plus prolongés pour arriver à un sevrage complet vers trois mois ou trois mois et demi. Ils reçoivent alors, outre de la pulpe et du regain de première qualité, de l'avoine, des pois, du tourteau, une nourriture au maximum, et l'art du berger est de leur faire consommer le plus possible sans que leur santé en soit altérée.

Mais aussi, à six mois, ces agneaux arrivent à peser 35 à 40 kg et, cette année, ils ont été achetés jusqu'à 1,45 f le kilo poids vif, pris à la ferme même, c'est-à-dire en moyenne 55 f, ce qui est un très haut prix. Il est vrai que les agnelles berrichonnes, que l'agriculteur se procurait encore il y a une dizaine d'années pour une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trentaine de francs, ont été payées, ces derniers mois, 50 f et plus, et il était extrêmement difficile de s'en procurer ; c'est que ces régions d'élevage proprement dit du mouton ont, elles aussi, changé leurs modes de culture : elles récoltent maintenant d'excellents fourrages, des plantes racines : elles veulent alors se réserver le bénéfice de l'engraissement des animaux qu'elles ont fait naître.

Lutte contre la cachexie aqueuse. — Devant la diminution de l'effectif de notre troupeau de moutons, il est du plus grand intérêt de chercher à combattre toutes les épidémies qui pourraient, de temps à autre, venir le décimer. Or, il en est une qui récemment, en 1910, a causé les plus grands dégâts, la *cachexie aqueuse*.

La cachexie aqueuse par distomatose du foie a acquis en effet, cette année-là, une gravité exceptionnelle parce qu'il y a eu infestation parasitaire massive, ayant entraîné la mortalité des animaux.

Dans les années moyennement humides, les herbivores (moutons et bêtes bovines) prennent une maladie sans gravité, parce que le nombre d'embryons ou de larves de douves ingéré avec les aliments, dans les pâturages, se trouvant limité, le nombre des parasites qui se développent dans le foin est lui-même limité. Les malades en souffrent certainement, s'entretiennent mal, restent anémiques une partie de l'hiver, mais s'il y a mortalité c'est exclusivement sur les troupeaux mal entretenus, mal soignés, chez ceux surtout qui doivent gagner leur vie au dehors, ou à peu près, même pendant la saison rigoureuse.

Durant l'année exceptionnellement pluvieuse de 1910, presque tous les fleuves et toutes les rivières de quelque importance ont débordé. Les ruisseaux ont fait de même, les fossés ont été pleins d'eau une partie de l'année, et toutes les prairies basses ont été transformées en véritables marécages durant de longs mois. Il en est résulté ce fait que nombre de parcours, pâturages et pacages ont été mouillés durant la plus grande partie de l'année. Or ce sont là des conditions éminemment favorables à l'évolution de quantité de parasites inférieurs et en particulier à l'évolution des embryons de douves.

Dans le Berry, la Sologne, le Gâtinais, dans l'Indre, le Cher, le Loir-et-Cher, le Loiret, l'Indre-et-Loire, la Nièvre, l'Allier, la Vienne, le Cantal, etc., il est des localités de ces départements où tous les moutons ont disparu, d'autres où la mortalité a varié de 50 à 80 p. 100 (1).

MM. Moussu et Railliet, les savants professeurs d'Alfort, ont étudié, avec un soin très particulier, cette dernière épizootie de cachexie aqueuse, la prophylaxie de la distomatose, indiqué enfin des moyens très pratiques de la vaincre.

Dans les localités où les moutons sont élevés et entretenus à la bergerie la maladie est inconnue. Dans les pays où les troupeaux vont aux champs, mais dans des endroits secs et élevés, sur les plateaux, sur les sols frais à fond argilo-calcaire, la maladie est encore à peu près inconnue. Là, au contraire, où les pâturages et parcours sont toujours humides, là où les régions peuvent être inondées et submergées, là où il reste partout des flaques d'eau stagnante, là où le sol est bas et marécageux, les parasites trouvent les conditions favorables à leur développement, et la maladie règne avec plus ou moins d'intensité. Que dans ces conditions les moutons porteurs

(1) Sur les plateaux, dans la champagne berrichonne, par contre, la mortalité a été insignifiante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de douves dans leur foie viennent pacager, ils rejettent avec leurs excréments des œufs de vers, des œufs de douves en quantité proportionnelle au nombre de parasites qu'ils hébergent. Si ces excréments et ces œufs tombaient sur un sol sec ou aride, ils ne se développeraient pas ; mais en milieu humide, au cours de l'été et de l'automne, peut-être même tout le long de l'année sauf par les grands froids, ils subissent une évolution régulière avec transformations successives et donnent en dernier lieu des embryons qui se fixent à la face inférieure des feuilles des plantes tout près du sol.

Si des moutons, de quelque âge qu'ils soient, viennent à avaler ces embryons avec les herbes qu'ils ramassent, ils contractent la maladie, et l'on s'explique pourquoi cette maladie est prise seulement dans les pâturages humides et pourquoi aussi les moutons la contractent de préférence en fin d'automne, lorsque, n'ayant plus d'herbes à discrétion, ils rasent les plantes jusqu'à la racine.

MM. Railliet et Moussu ont envisagé la lutte contre la cachexie aqueuse de deux façons : 1° par la prophylaxie ; 2° par le traitement curatif.

Pour obtenir une prophylaxie efficace, il faut éviter par un moyen quelconque que les conditions nécessaires à l'éclosion et à l'évolution des embryons ne se trouvent réalisées (1), et la meilleure mesure est alors l'assainissement des pâturages, par le drainage, l'établissement de fossés, etc. Si cela ne se peut faire, il faudra essayer de provoquer une rupture du cycle évolutif des embryons, soit en les tuant sur place dans les pâturages, soit en tuant les petits mollusques (limnées) qui servent d'hôtes intermédiaires.

Or, des expériences, auxquelles se sont livrés MM. Moussu et Railliet, il résulte que la chaux doit être considérée comme l'agent le plus actif de destruction des embryons parasites et des limnées. La chaux vive est celle qui présente le maximum d'activité, mais, comme celle-ci est d'un emploi assez difficile, on pourra se contenter de la chaux carbonatée ou de la poussière de chaux.

Pour avoir un effet utile, la chaux doit être semée sur les pâturages partout où il y a des dépressions de terrain, des flaques stagnantes, le long des rigoles, des fossés, des ruisseaux et des rivières, sur des surfaces de 10 à 15 m par côté.

Il n'est pas nécessaire que la proportion en soit très élevée, puisque des doses de 1 g de chaux vive et 4 à 5 g de chaux carbonatée par litre d'eau, suffisent à tuer les embryons de douves et les mollusques (limnées) ; mais la répartition devra en être faite plusieurs fois successivement durant la période d'évolution possible des œufs de douves, c'est-à-dire de mai à septembre. Et comme ces œufs, suivant le degré de température extérieure, demandent de quinze à trente jours d'incubation en moyenne, il paraît logique d'en déduire qu'il serait utile de chauler les régions suspectes de pâturages une fois par mois environ, en mai, juin, juillet, août et même septembre.

Ces chaulages successifs sont inutiles sur les prairies qui doivent être fauchées et dont les fourrages doivent être consommés secs. Ils ne sont nécessaires que là où

(1) La présence de petits mollusques (*limnées*) est indispensable aux transformations successives des embryons de ces parasites. C'est des coquilles de ces mollusques que sortent les cercaires, formes larvaires définitives de la douve.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les animaux doivent aller paître, soit régulièrement dès le début du printemps, soit après l'enlèvement des premières coupes de fourrages.

Le traitement curatif aurait pour but de débarrasser les malades de leurs parasites hépatiques, sans nuire aux malades, bien entendu. Bien des essais avaient été faits dans cette voie, mais ils avaient échoué et le problème de la guérison était considéré, jusqu'ici, comme demeurant entier.

MM. Railliet et Moussu ayant établi, en 1910-1911, un plan de recherches méthodiques, diverses considérations les ont amenés, après beaucoup d'autres médicaments (aloès, salicylate de soude, sels de mercure, etc., etc.), à utiliser l'extrait éthéré de fougère mâle qui agit énergiquement sur les parasites de l'intestin (tænias, ankylostomes). Ce médicament leur a donné les meilleurs résultats ; ces résultats ont même été parfaits avec les échantillons d'extrait de bonne qualité.

Des doses de 5 g par jour, dans 25 g d'huile, pour des moutons du poids moyen de 30 kg, tuent les douves et les éliminent, lorsque ces doses sont continuées cinq à six jours de suite (1).

Le procédé est entré aujourd'hui dans la pratique et, à la dernière session de la Société des Agriculteurs de France (février 1914) plusieurs éleveurs sont venus déclarer à leurs collègues qu'ils avaient utilisé le procédé Moussu à la teinture de fougère mâle contre la douve des moutons (cachexie aqueuse) et qu'ils en avaient eu pleine satisfaction. On peut donc, ajoutaient-ils, désormais sauver un troupeau sans grosses dépenses. Le traitement revient, en effet, de 2 à 2,25 f par animal.

Le bétail bovin en France en 1913. — Il y 3 ans, les consommateurs s'étaient vivement émus de la hausse du prix de la viande de bœuf, en même temps que des exportations considérables d'animaux de boucherie de notre pays vers les pays étrangers. La situation aujourd'hui est redevenue tout à fait normale. Le nombre des animaux exportés (bœufs, vaches, bouvillons et génisses) est descendu en 1913 à 57 834 têtes contre 76 977 en 1912 et 79 693 en 1911. La diminution a été encore beaucoup plus accentuée pour les veaux; il en a été exporté seulement 16 886 en 1913, contre 38 193 en 1912 et 85 546 en 1911; résultat dont il faut nous féliciter, car, comme le fait remarquer M. Marcel Vacher, il conserve à notre élevage des éléments de prospérité et de progression.

« La situation de notre élevage de bovins, ajoutait notre distingué collègue, dans son dernier rapport à la Commission permanente des Valeurs de Douane, demeure, du reste, d'autant plus satisfaisante que si nous totalisons les existences de notre cheptel national sans aucune distinction d'âge et de sexe , nous relevons un gain de 20 400 têtes en faveur de 1911. Notre population bovine est, en effet, passée de 14 532 030 têtes en 1910 à 14 552 430 têtes en 1911. Sans doute l'accroissement est moindre que pour l'année 1909-1910, mais elle n'en confirme pas moins cette affirmation que notre bétail bovin est largement, en quantité et surtout en qualité, suffisant pour satisfaire à tous nos besoins d'alimentation en cette viande. Ce qui prouve encore que cette marchandise ne présente aucune rareté, c'est que son prix, pour 1912, a diminué, au minimum, de 0,10 f par kilogramme vif pour les gros bœufs. »

(1) *Bulletin de la Société nationale d'Agriculture*, mai 1911, p. 406 et sq.
Consulter aussi pour les détails techniques et la pratique de l'emploi du remède, le *Journal d'Agriculture pratique*, 15 janvier 1914 : *La cachexie aqueuse des bovidés et des moutons*, par J. Moussu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette diminution a continué en 1913, ainsi que le constatait M. Rollin dans une récente communication à propos du marché de La Villette et des cours du bétail pendant l'année 1913. « Les cours du gros bétail, en 1913, ont été d'une grande stabilité. Point de soubresaut. Le prix moyen de la première qualité, de 1,70 f le kilogramme en janvier est de 1,80 f en décembre, soit une hausse de 0,10 f du commencement de l'année à la fin. Ce mouvement est dû à la fièvre aphteuse qui n'a pas cessé de sévir toute l'année un peu partout. En raison de l'épizootie, les gros bœufs ont fait défaut. Souvent les producteurs ont dû vendre un peu hâtivement par la crainte de la maladie; d'autres fois après seulement que les animaux en avaient subi les effets. Jusqu'en juillet le temps a été pluvieux et par conséquent peu propre à un engraissement normal des bœufs aux pâturages. Le mouvement suivi par la troisième qualité confirme cette constatation. Du prix moyen de 1,38 f en janvier, elle est descendue à 1,26 f en octobre pour finir l'année à 1,36 f soit en baisse contrairement à la première. C'est donc que les animaux de qualité inférieure étaient plus abondants. Par rapport à l'année 1912 les prix moyens des douze mois de 1913 sont en baisse de 0,08 f par kilogramme pour la première qualité et de 0,13 f pour la troisième. »

Les consommateurs, sur les notes de leurs bouchers, à Paris, se sont-ils aperçus de cette baisse continue pendant les années 1912 et 1913?

Ce qui, du reste, est bien la meilleure preuve que notre élevage en bétail bovin suffit aux besoins actuels de notre consommation, c'est la faiblesse des *importations* des animaux et des viandes de l'espèce bovine.

Nous avons importé, en 1910, 28 376 têtes de bovidés, 19 238 têtes en 1911, et ces importations tombent à 7 910 têtes en 1912. Nos importations en viandes fraîches et frigorifiées ne sont pas non plus considérables, de 26 831 q en 1911, elles n'étaient plus que de 23 815 q en 1912, dont environ 15 000 q de viande de bœuf frigorifiée ou congelée, représentant au total une valeur ne dépassant guère 11 millions de francs. Les chiffres sont à peu près les mêmes pour 1913.

En 1913, il n'a été introduit en Angleterre que 13 743 bêtes bovines (1), mais les importations de viandes de bœuf ont atteint 9 253 000 q. Du reste, sous forme d'animaux vivants ou de viande abattue de toutes espèces qu'elle a importés, l'Angleterre a dû payer à l'étranger, en 1913, la somme de 55 millions de livres sterling, 1 375 millions de francs.

La fièvre aphteuse, depuis plusieurs années, a causé à notre élevage bovin les plus graves préjudices, et encore, en décembre dernier, le fléau sévissait dans 71 départements et sur plus de 10 000 exploitations. Actuellement, la situation est meilleure. Des cas de fièvre aphteuse, au début de mai, n'étaient signalés que dans 33 départements et 134 communes ; mais c'est fin juin que de nouveaux foyers, trop souvent, sont créés par les déplacements des animaux. Or, il faut bien le reconnaître, jusqu'à présent nous ne possédons aucun remède, curatif vraiment, de la fièvre

(1) Comme pour les moutons, on constate une diminution croissante de l'introduction d'animaux vivants en Angleterre; en 1890, 642 596 bovins vivants avaient été débarqués aux ports anglais; depuis, les chiffres n'ont cessé de décroître pour tomber à 14 743 en 1913; mais le mouvement en sens contraire caractérise les importations de viande, et le principal motif de ce changement est dans le perfectionnement de plus en plus accentué des procédés de réfrigération, grâce auxquels on peut transporter de plus grandes quantités de viande avec des aléas non seulement considérablement réduits, mais devenus presque nuls. (H. Sagnier, Société nationale d'Agriculture, mars 1914.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aphteuse, ni aucun vaccin permettant d'immuniser les animaux. Des remèdes et traitements, indiqués périodiquement avec plus ou moins de réclame, comme guérissant à coup sûr, aucun jusqu'ici n'a pu résister au contrôle d'une expérience vraiment scientifique.

Raison de plus pour prendre toutes les précautions afin d'empêcher la maladie de se propager, et l'on ne s'étonnera donc pas que les agriculteurs soient unanimes à réclamer des réformes au marché de La Villette : primitivement destiné à l'alimentation de la ville de Paris et des centres suburbains, ce marché a été complètement détourné de son but : on y amène aujourd'hui des animaux maigres ou des vaches laitières qui sont, de là, réexpédiés dans toute la France, vers les régions de pâturages ou vers les sucreries ; et ces animaux y propagent la fièvre aphteuse.

Aussi agriculteurs et éleveurs réclament-ils depuis longtemps qu'aucun animal ne puisse ressortir du marché de La Villette pour une autre destination que l'abattoir. Le Préfet de Police, le 12 septembre dernier, avait consenti à entrer dans cette voie. Des mesures très utiles furent prises, sur la réexpédition des animaux ayant figuré sur le marché ; les approvisionneurs du marché protestèrent et firent grève ; le Préfet de Police céda aussitôt et rapporta malheureusement les mesures qu'il avait prises, mesures conformes aux réclamations de toutes les associations agricoles qui, depuis, ne cessent, et avec raison, de protester à nouveau et avec la plus grande énergie.

La tuberculose chez les bovidés est une des maladies les plus graves non seulement par suite des pertes de bétail qu'elle occasionne aux éleveurs, mais encore par suite des dangers que la consommation de la viande ou du lait de bêtes tuberculeuses peut faire courir à l'homme. Or il est parfois des plus délicats de reconnaître si un animal est ou non tuberculeux. Durant de longues années le diagnostic certain de la tuberculose chez les bovidés a été basé, en l'absence de signes cliniques suffisants, sur les résultats de l'injection sous-cutanée de tuberculine. C'est aujourd'hui, dit M. G. Moussu, une notion courante, connue parmi tous ceux qui s'occupent d'élevage, que l'injection sous-cutanée de tuberculine provoque dans des délais déterminés et chez les animaux tuberculeux seulement, une réaction thermique caractéristique. Le procédé d'investigation, dont il s'agit, a rendu d'énormes services durant quinze ans ; mais, à côté des avantages très grands qu'il présentait, il avait aussi certains inconvénients.

A la *réaction thermique générale*, on a substitué le procédé des réactions locales à la tuberculine et le professeur G. Moussu, en 1908, signalait le procédé de l'intra-dermo-réaction qui permettait la production d'une réaction locale pour ainsi dire mathématique, sans chance d'erreur, lorsque son application était correctement faite. L'application toutefois du procédé avait paru à quelques cliniciens âgés exiger une trop grande délicatesse de doigté : difficulté d'être bien sûr de faire l'injection dans l'épaisseur du derme cutané, danger d'aborder les animaux vers le train postérieur pour pouvoir faire l'injection dans l'un des plis de la base de la queue, etc., etc.

Le professeur Moussu, pour répondre à ces objections cependant bien faibles, a cherché à perfectionner son procédé d'investigation ; il y est arrivé par l'intra-dermo-palpébrale et la tuberculination intra-palpébrale. Il a fait à l'œil dans l'épaisseur du derme de la peau des paupières, une injection intradermique d'un dixième de centi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre cube de tuberculine diluée. Sur les animaux non tuberculeux, cette injection intra-palpébrale reste sans effet ; chez les animaux tuberculeux, il se produit dans les quarante-huit heures une réaction locale qui se traduit par une infiltration œdémateuse du tissu conjonctif et du coussinet graisseux de la paupière inférieure qui fait apparaître l'œil comme poché. Dès ce moment, l'examen comparatif de la tête et l'examen des yeux donnent une impression tout à fait saisissante. N'importe qui peut affirmer qu'il y a réaction positive plus ou moins intense ou que, au contraire, les deux yeux sont restés absolument normaux.

Mais ici encore il faut un certain doigté, une certaine habileté, pour faire l'intradermo, aussi le professeur Moussu a essayé si une faible injection sous-cutanée de tuberculine dans le tissu conjonctif de la paupière inférieure ne produirait pas l'évolution de phénomènes locaux quelque peu identiques, bien plus facilement appréciables que les relevés thermiques d'une injection sous-cutanée quelconque. Un demi-centimètre cube de tuberculine, *sous la peau* de la paupière inférieure, a amené chez les sujets tuberculeux, dans les quarante-huit heures à trois jours, des infiltrations des paupières en tout comparables à celles de l'injection intra-dermique et se comportant dans la suite identiquement de la même façon.

Il y a, de ce fait, réalisé dans nos méthodes d'investigation un progrès éminemment pratique qui facilitera, nous devons le souhaiter, la lutte contre la tuberculose bovine, en permettant de reconnaître les animaux, atteints de la funeste maladie, et d'en débarrasser par conséquent les étables.

H. Hitier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

par M. A. Schubert

Machine à coupe rapide à rogner le papier, le carton, le bois de placage, etc., système Krause, (Peiseler, *Werkstattstechnik* du 1er décembre 1913). — Cette machine se compose essentiellement d'une table 2 (fig. 1 et 2) sur laquelle on place les matières à rogner 1, qui repose sur un couteau 3 et dont une tige 4 permet de régler la position par rapport au mouvement du couteau 5 ; celui-ci, boulonné dans un bâti, se déplace obliquement dans la direction de la flèche 6 ; les matières à rogner s'appuient contre la règle 9 que l'on peut déplacer au moyen d'une vis et d'une manivelle 10. Une traverse 7

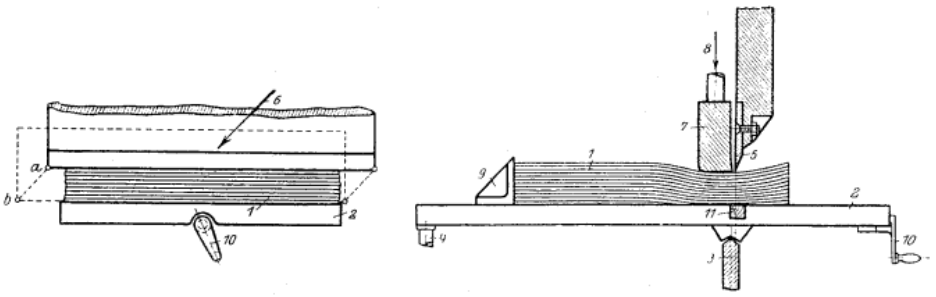


Fig. 1 et 2. — Schéma du fonctionnement de la machine à rogner système Krause.

appuie fortement sur les matières à rogner de façon à éviter leur déplacement latéral. Enfin le couteau peut pénétrer légèrement à fin de course dans une garniture 11 en bois qui l'empêche de s'émousser. La régularité et la vitesse du travail dépendent particulièrement du fonctionnement et de la pression de la traverse d'appui 7, qui doit être d'environ 4 kg par millimètre de longueur de coupe. La traverse d'appui n'agit avec sa pleine pression que pendant que le couteau fonctionne, elle est donc à commande automatique et son déplacement se fait dans une direction rigoureusement parallèle à elle-même ; la commande du couteau et de la traverse d'appui se fait au moyen d'un levier actionné par une manivelle ; celle-ci reçoit son mouvement du volant avec poulies fixe et folle par l'intermédiaire d'un équipage d'engrenages avec accouplement à friction. Après chaque affûtage, la position du couteau doit être exactement réglée ; on y arrive en déplaçant l'axe de suspension de son support au moyen d'une vis.

La traverse d'appui s'applique d'abord sans choc par son propre poids sur les matières à rogner, puis la pression croît rapidement jusqu'au maximum, diminue légèrement pendant que le couteau descend, puis à la fin de la coupe et pendant que le couteau remonte, la pression n'est plus que celle du poids de la traverse (fig. 3). Ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variations de pression sont obtenues au moyen d'un accouplement à friction spécial (fig. 4 à 6). Sur l'arbre 1, qui reçoit un mouvement de va-et-vient sont montés les disques de friction 2, 3, 4 qui avec l'anneau 5 et les plateaux 6 constituent l'accouplement; les bielles de commande de la traverse d'appui sont articulées sur les boulons 7.

Lorsque les disques 2, 3, 4 et les plateaux 6 sont appliqués les uns contre les autres

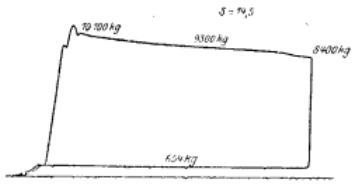


Fig. 3. — Diagramme de la pression de la traverse d'appui de la machine à rogner système Krause, marchant à une vitesse de 14,5 coupes par minute.

avec une pression suffisante, la traverse d'appui suit les déplacements du support du couteau; lorsque la traverse vient reposer sur les matières à rogner et par suite ne

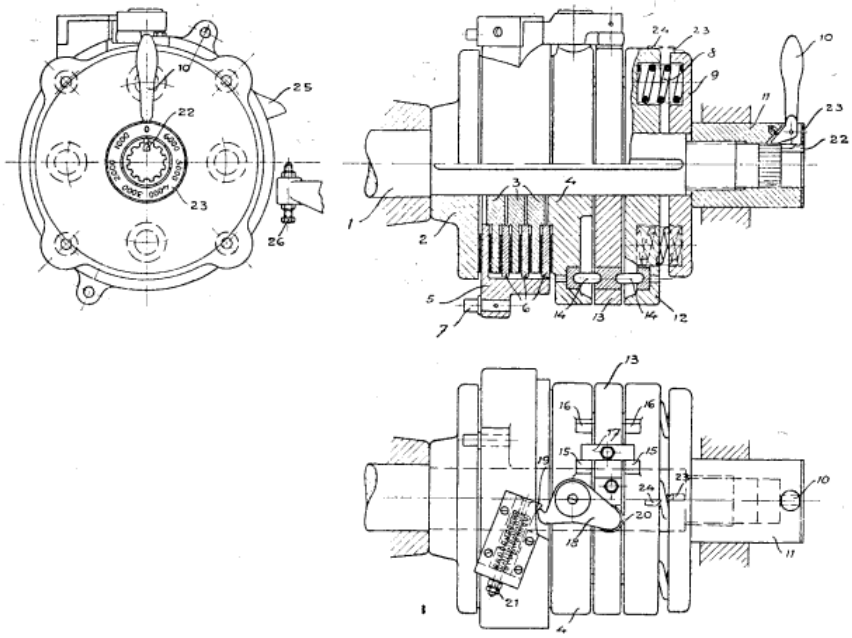


Fig. 4 à 6. — Accouplements à friction.

peut continuer son mouvement, les disques frottent les uns contre les autres et ce frottement engendre une forte pression qui est transmise à la traverse; la pression nécessaire pour assurer le contact des disques est fournie par les ressorts 8; mais, comme on l'a vu plus haut, la pression de la traverse ne doit agir que quand le couteau coupe; à cet effet, le plateau 4 de l'accouplement et le plateau 12 qui supporte les ressorts 8 sont séparés par le plateau d'embrayage 13 pouvant tourner sur l'arbre de façon que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la cale 17 appuie contre les cales 15 ou 16. Les plateaux 4, 13 et 12 sont séparés par des cales 14 terminées par des surfaces sphériques et pouvant prendre une position oblique ou droite suivant que la cale 17 du plateau 13 appuie contre la cale 15 ou la cale 16. Lorsque l'anneau 5 ne peut continuer son mouvement parce que la traverse dont il est solidaire s'appuie sur les matières à rogner, le levier 18 fait tourner le plateau 13, la cale 17 vient au contact de la cale 16, les plateaux 4 et 12 sont écartés par les cales 14 qui se sont redressées et les ressorts 8 sont bandés. Le débrayage se fait un instant avant que le couteau ait atteint sa position extrême inférieure, car la cale 25 du plateau d'embrayage 13 vient au contact de la vis de réglage fixe 26 ; par suite son mouvement est arrêté et les cales 14 reprennent leur position oblique, ce qui débande les ressorts 8. La pression de la traverse dépend de la tension des ressorts 8 que l'on peut faire varier au moyen du manchon fileté 11 qui se déplace devant une échelle graduée 23.

Cette machine a été soumise à des essais très précis en vue de déterminer la variation de la pression de la traverse et la puissance consommée : lorsque la vitesse diminue, la pression diminue pour une même tension des ressorts ; lorsque les matières à couper sont dures, il est plus avantageux de faire fonctionner le couteau obliquement et d'autant plus que les matières sont plus difficiles à couper. Le poids de la traverse et du support du couteau sont très grands, de façon à égaliser autant que possible les travaux pendant la descente et pendant la montée du couteau; par exemple une machine ayant une longueur de coupe de 2,700 m pèse 14 700 kg et la pression maxima de la traverse atteint 10 tonnes.

Nouveau truck électrique pour le transport de la poste à New York. — (*The Engineer* du 6 février 1914). — Les autorités fédérales de New-York ont décidé récemment de construire un système souterrain permettant de transporter la poste du faubourg

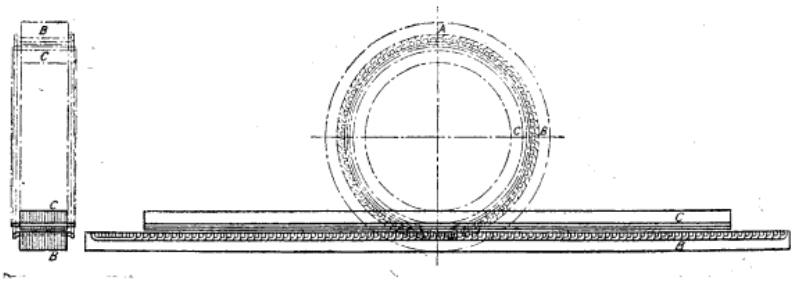


Fig. 1 et 2. — Principe du mouvement du chariot.

de Manhattan aux deux gares terminus de New York, des New York Central et Pennsylvania Railroads et au bureau central de la Cité.

Parmi les systèmes présentés, il y a lieu de citer celui de la Electric Carrier Company ; ce système consiste en un tube dans lequel se déplacent des chariots automoteurs à 4 roues supportant une caisse en tôle de 1,680 m de longueur ; le mode de propulsion qui est le résultat d'environ sept années d'études et d'expériences est fort intéressant.

Comme on le sait, un moteur électrique d'induction comprend un stator B alimenté par du courant, et produisant un champ magnétique sous l'influence duquel le rotor C tourne (fig. 1 et 2). Imaginons que le stator circulaire soit coupé en A et développé sui-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vant l'horizontale; nous obtenons un stator rectiligne B qui sera fixé sur le chariot. Coupons de même le rotor C en A, développons-le horizontalement et fixons-le sur la voie entre les deux rails. Comme ni l'un ni l'autre ne peuvent tourner, le champ magnétique induit produira un mouvement horizontal du chariot qui se déplacera dans un sens ou l'autre, suivant le sens du courant. L'entrefer est uniformément maintenu à 6 mm par les roues qui supportent le véhicule.

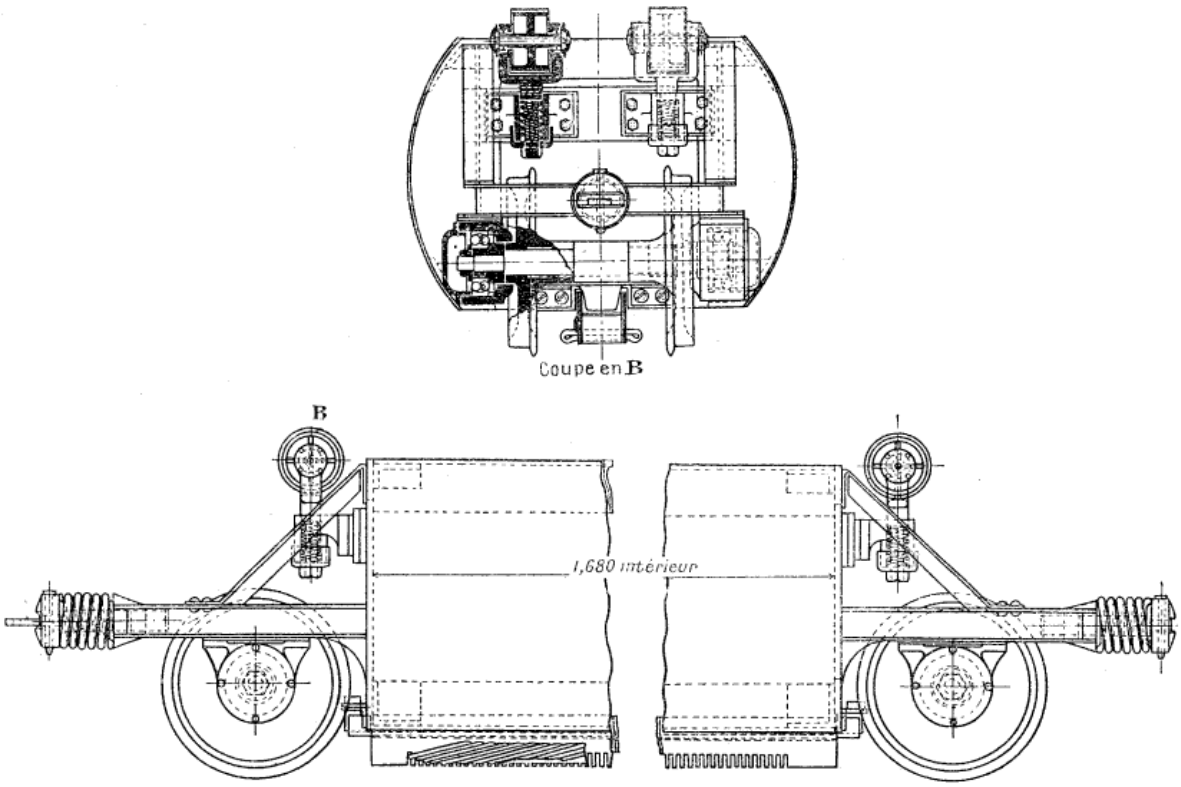


Fig. 3 et 4. — Chariot.

Le courant triphasé est fourni au stator par deux rails placés à la partie supérieure du tube et l'un des rails de roulement; il est recueilli par des galets B (fig. 3 et 4).

Le stator et le rotor sont formés d'une série de plaques de fer minces, munies d'encoches latérales et boulonnées ensemble: les encoches du rotor sont garnies d'un grillage en cuivre constituant un enroulement fermé du type en cage d'écureuil; les encoches du stator reçoivent des enroulements en circuit ouvert comme les stators des moteurs polyphasés ordinaires.

Ce système présente de nombreux avantages : en effet, l'équipement du chariot est infiniment plus simple que celui d'un chariot à moteur avec engrenages, son poids est moindre, son entretien extrêmement faible ; sa puissance de traction ne dépend pas de l'adhérence de ses roues dont le rôle se borne à le supporter et à diminuer les frottements; sa vitesse dépend uniquement de l'intensité du courant réglée par le mécanicien qui se trouve au tableau de distribution de la station centrale; il gravit les rampes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et descend les pentes à la même vitesse, puisque la vitesse d'un moteur d'induction est pratiquement uniforme sous toutes les charges; par suite, l'espacement entre deux chariots consécutifs reste constant; le mouvement du chariot refroidit les enroulements par suite du déplacement de l'air.

Afin de se rendre compte du fonctionnement de ce système, on a construit à Paterson une ligne d'expérience de 500 m de longueur, partie en tunnel, partie à ciel ouvert, avec des rampes et des pentes de 20 p. 100. Le tube est formé d'arceaux en fonte avec couverture en tôle pour les parties à ciel ouvert et de portions de tube en fonte jointives pour les parties souterraines. Son diamètre est de 915 mm. On a pu y réaliser une vitesse de 48 km/h et on pourrait y faire circuler un chariot toutes les 5 secondes; pour éviter les avaries en cas de tamponnement, par suite de l'arrêt d'un chariot, ceux-ci sont munis à chaque extrémité de tampons élastiques; ils pèsent 550 kg et 520 kg sans équipement électrique; un train de deux chariots peut transporter une charge utile de 630 kg; chacun des essieux est articulé de façon à réduire les frottements dans les courbes et monté sur coussinets à billes.

On peut également disposer des embranchements dont les aiguilles sont manœuvrées automatiquement par le chariot lui-même qui, au moyen d'un contact convenablement disposé, envoie un courant dans des électro-amiants; ceux-ci placés au voisinage des aiguilles, annulent la tension des ressorts qui les maintiennent dans leur position.

Enfin un système de signaux permet au conducteur de connaître la position de chacun des chariots sur la ligne qui est divisée en plusieurs sections.

Le calage à la presse sur les arbres (C. F. Mac Gill, *Journal of the American Society of Mechanical Engineers* de mars 1914). — L'auteur conclut de son expérience pratique de vingt ans qu'il n'est pas nécessaire d'augmenter le serrage (c'est-à-dire la différence entre le diamètre de l'arbre et celui du moyeu de la poulie dans laquelle il doit pénétrer) avec le diamètre de l'arbre et que l'augmentation des surfaces en contact suffit à produire le frottement nécessaire pour atteindre la pression de calage prescrite. Pour caler un moyeu en acier sur un arbre en acier, on obtient de bons résultats avec un serrage de 0,05 à 0,10 mm, et de même avec un serrage de 0,075 à 0,125 mm pour caler un moyeu en fonte de dureté ordinaire sur un arbre en acier. Il n'est pas douteux qu'un serrage supérieur à 0,15 mm d'un moyeu en fonte sur un arbre en acier, non seulement ne remplit pas le but qu'on se propose, mais encore donne lieu à des tensions qui fatiguent le métal.

L'auteur a soumis au calcul un grand nombre de calages de générateurs et de moteurs électriques et donne dans un tableau toutes les données intéressantes: diamètre des arbres et des moyeux, longueur et diamètre extérieur des moyeux, nature du métal, serrage, pression de calage, tension maxima dans le moyeu, pression radiale sur la surface de l'arbre et coefficient de frottement.

Il s'est servi des formules établies par le professeur Morley et qui sont les suivantes :

Tension totale f_t dans le moyeu :

$$f_t = \frac{\frac{z}{D}\,E}{\left(\frac{m-1}{m} + \frac{1}{m_1} + \frac{E}{E_t}\right)\left(\frac{R_1^2 - R_2^2}{R_1^2 + R_2^2}\right) + \frac{E}{E_1}}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pression normale unitaire sur la surface de l'arbre :

$$P_2 = \frac{\frac{\delta}{D} - \frac{f_t}{E_1}}{\frac{m-1}{mE} + \frac{1}{m_1 E_1}}$$

Coefficient de frottement.

$$\mu = \frac{P}{P_2}.$$

Dans lesquelles :

δ = serrage ;

D = diamètre de l'arbre ;

E, E_1 = modules d'élasticité du métal de l'arbre et du moyeu ;

$\frac{1}{m}, \frac{1}{m_1}$ = rapports de Poisson pour le métal de l'arbre et du moyeu ;

R_1 = rayon extérieur du moyeu ;

R_2 = rayon intérieur du moyeu = diamètre de l'arbre après calage = $\frac{D}{2}$;

P = pression de calage.

Emploi des tubes de Pitot pour mesurer la vitesse d'un courant gazeux (W. C. Rowse, *Journal of the American Society of Mechanical Engineers* de mars 1914). — L'auteur a fait une série d'expériences au laboratoire de l'Université de Wisconsin, pour étudier l'application des tubes de Pitot à la mesure de la vitesse d'un courant gazeux et déterminer les propriétés de chacune des formes habituellement utilisées. Tous les tubes ont été comparés avec un compteur à gaz système Thomas qui a servi d'étalon.

L'installation d'expérience est représentée figure 1. Un ventilateur mû par un

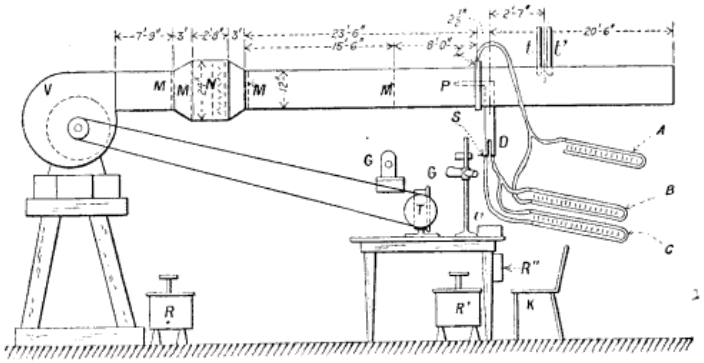


Fig. 1. — Installation d'expérience. — A,B,C, manomètres. — D, pression dynamique du tube de Pitot. — S, pression statique du tube de Pitot. — GG, galvanomètre et sa lunette. — K, chaise de l'opérateur. — MMMM, tamis. — N, compteur Thomas. — P, tube de Pitot. — Z, piézomètre. — T, tachymètre. — tt', thermomètres à boule sèche et à boule humide. — R, rhéostat de l'induit. — R', rhéostat du compteur Thomas. — R'', rhéostat de l'inducteur. — V, ventilateur. — v, voltmètre et ampèremètre.

moteur électrique à courant continu refoule l'air, à travers le compteur Thomas, dans un tuyau en fer galvanisé de 300 mm de diamètre dans lequel est placé le tube de Pitot. On fait varier la vitesse du moteur en intercalant des résistances variables dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les circuits inducteur et induit; des tamis installés dans le tuyau sont destinés à briser les remous de façon que, au point où se trouvent les tubes de Pitot, les filets d'air se déplacent bien parallèlement. La pression atmosphérique est fournie par un baromètre à mercure et un manomètre incliné à 10 pour 1 permet de déterminer avec précision la pression statique dans le tuyau au-dessus de la pression atmosphérique. Deux thermomètres à boule sèche et à boule humide permettent de connaître la température du courant d'air et son degré de saturation.

Ainsi qu'on le sait, le tube de Pitot (fig. 2) se compose de deux parties : à savoir un tube plongé dans le courant et transformant la somme des énergies de pression et de vitesse en une différence de niveau que l'on peut mesurer et un moyen permettant de mesurer la pression statique. La différence entre la charge dynamique et la pression

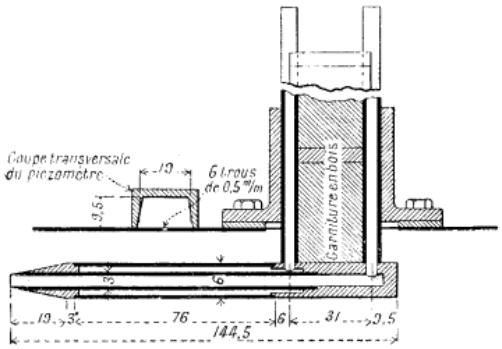


Fig. 2. — Coupe d'un tube de Pitot.

statique est la charge h fournissant la vitesse par la formule de l'écoulement des fluides :

$$v = \sqrt{2gh}.$$

On a prouvé et on admet que le tube dynamique de Pitot fournit exactement la pression pourvu que l'axe du tube soit bien parallèle au courant, mais il est très difficile d'obtenir exactement la pression statique.

Chacun des tubes de Pitot essayés était muni d'un dispositif permettant de déterminer la pression statique ; la charge h était lue simultanément au moyen d'un piézomètre circulaire fournissant la pression statique et au moyen du tube dynamique de Pitot. Le manomètre B fournit h au moyen de la pression statique du piézomètre et le manomètre C au moyen de la pression statique du tube de Pitot. Ce piézomètre était simplement formé d'un espace annulaire complètement étanche, entourant le tuyau et communiquant avec lui au moyen de six trous de 1 mm de diamètre.

On a essayé un grand nombre de tubes de formes et de dimensions différentes et pour chaque tube on a fait de nombreuses lectures en divisant la section du tube en cinq portions annulaires fournissant chacune quatre lectures, desquelles on a déduit la vitesse moyenne.

Au sujet de la précision que l'on peut réaliser, celle des appareils de mesure est beaucoup plus grande que celle du tube de Pitot lui-même, à cause des variations du courant d'air, en effet :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1) L'air se déplace dans le tuyau sous forme de vague ou de spirale et à aucun instant la vitesse n'est uniformément répartie sur toute la section ; elle est plus grande dans un quadrant que dans les trois autres et ce quadrant est ou n'est pas celui dans lequel est installé le tube de Pitot.

2) La vitesse varie constamment pendant le temps nécessaire aux lectures dont les moyennes sont par suite trop faibles ou trop fortes.

3) Le courant d'air ne peut que se rapprocher des conditions idéales d'un courant parallèle et théoriquement les indications du tube de Pitot ne sont exactes que quand il est disposé dans une direction exactement parallèle au courant d'air.

Par conséquent l'auteur estime que :

1) Les résultats que permet d'obtenir un tube de Pitot pour la mesure de la vitesse d'écoulement des gaz sont approchés à 1 p. 100 près, pourvu que la pression statique soit obtenue avec exactitude et les lectures faites avec un degré suffisant de précision : le tube de Pitot doit être précédé d'une longueur de tuyau égale à 20 à 38 fois son

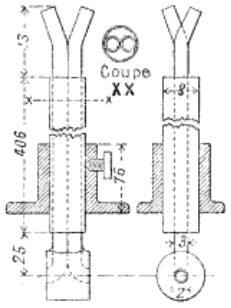


Fig. 3 à 6. — Disque allemand.

diamètre, afin d'obtenir un courant d'air réparti d'une façon aussi uniforme que possible sur toute la section du tuyau.

2) Toutes les méthodes employées pour mesurer la pression dynamique y compris le disque allemand (fig. 3 à 5) ont donné de bons résultats.

3) Le moyen le plus avantageux et le plus précis pour mesurer la pression statique consiste dans l'emploi du piézomètre, car les résultats de 138 essais calculés au moyen des pressions statiques fournies par le piézomètre se sont trouvés en concordance avec les chiffres du compteur Thomas à 0,33 p. 100 près; cela prouve, sans aucun doute, que la pression statique est constante dans toute la section du tuyau dans lequel le gaz s'écoule d'une façon continue.

4) La méthode la meilleure et la plus précise, pour mesurer la pression statique au moyen du tube de Pitot lui-même, consiste dans le perçage dans le tube extérieur de chaque côté de trous de 0,5 mm de diamètre, la surface extérieure étant parfaitement polie (fig. 6). Les fentes donnent des résultats avec des erreurs de 3,5 à 10 p. 100; la longueur des fentes et l'épaisseur du tube extérieur semblent sans influence sur la précision.

5) Les tubes taillés en biseau ne conviennent pas pour mesurer la pression statique, car une très petite variation de l'angle du biseau entraîne des variations appréciables

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des résultats. L'erreur provient de l'incertitude de la direction du tube, car lorsqu'il fait un angle de 20° avec la direction du courant d'air, on trouve des erreurs de 85 p. 100 dans la hauteur due à la vitesse.

6) Le disque allemand donne des résultats précis, soit que l'on mesure les pressions statiques au moyen du disque lui-même en appliquant la formule spéciale, soit qu'on les mesure au moyen du piézomètre; les écarts que l'on obtient ne dépassent pas 1,4 p. 100 dans le premier cas et 0,16 p. 100 dans le second.

7) Il semble qu'il existe une relation approximative entre la hauteur moyenne due

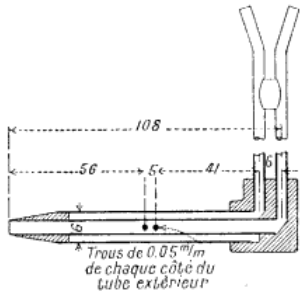


Fig. 6. — Tube percé de trous pour la mesure de la pression statique.

à la vitesse d'un courant de gaz se déplaçant dans un tuyau et la hauteur obtenue en plaçant le tube dans l'axe du tuyau. Pour un tuyau de 30 mm en fer galvanisé on a, avec une erreur d'environ 2 p. 100 :

$$v = \sqrt{2g \times 0{,}8h_c}.$$

v = vitesse en mètres par seconde.

g = 9,81.

h_c = hauteur au centre du tuyau.

Essais comparatifs de trois types de paliers (Carl C. Thomas, E. Maurer et A. Kelso. — *Journal of the American Society of Mechanical Engineers* de mars 1914). — Ces essais effectués à l'Université de Wisconsin ont eu pour objet l'étude complète des paliers à coussinets régulés, des paliers à rouleaux, et des paliers à billes fonctionnant sous des charges différentes : on a déterminé les coefficients de frottement, les températures et les puissances absorbées par chaque type de paliers dans différentes conditions.

L'installation qui a servi aux expériences (fig. 1 à 3) comportait une ligne d'arbres en acier de 1,575 m de longueur réunis l'un à l'autre par des accouplements flexibles et supportés par des chaises renversées boulonnées avec des fers à I de 200 mm.

Un moteur électrique était accouplé à l'un des bouts de la ligne d'arbres au moyen d'un accouplement flexible; un rhéostat à résistance liquide maintenait constant le champ des inducteurs et un autre intercalé dans le circuit de l'induit faisait varier la vitesse.

Toutes les pertes du moteur ont été déterminées avec le plus grand soin et trans-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crites par des courbes de sorte qu'il était possible d'évaluer d'une façon précise la puissance nécessaire pour faire tourner le moteur seul à vide à toutes les vitesses et la puissance nécessaire pour faire tourner ensemble le moteur et la ligne d'arbres sous toutes les charges et à toutes les vitesses. On en déduisait par différence la puissance absorbée par le frottement des paliers.

Les charges étaient appliquées par l'intermédiaire de deux paliers sur chaque arbre au moyen de leviers reposant sur des couteaux en acier trempé. Les paliers intermédiaires I étaient identiques aux paliers E qui supportaient les divers arbres dans leurs chaises, et répartis symétriquement, de sorte que les charges appliquées aux paliers I produisaient des réactions égales dans les paliers E. Comme la ligne d'arbres comprenait cinq arbres portés chacun par deux paliers E et chargés par deux paliers I,

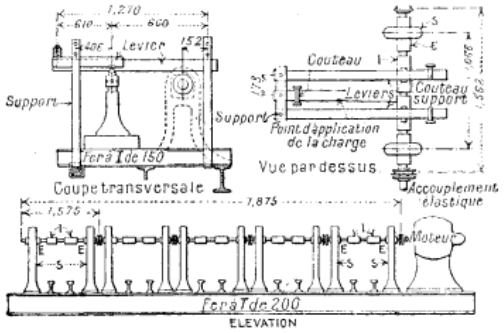


Fig. 1 à 3. — Installation d'expérience.

chaque expérience intéressait vingt paliers identiques dont on prenait la moyenne ; il n'aurait pas été possible en effet d'opérer sur un nombre moindre de paliers, car la puissance absorbée par un seul palier eût été trop faible pour pouvoir être mesurée avec exactitude.

Les paliers essayés ont été les suivants : paliers à coussinets régulés et graissage par deux anneaux système Dodge, paliers à douze rouleaux de système Hyatt et paliers à billes système Hess-Bright.

Les puissances ont été mesurées par la méthode de l'ampèremètre et du voltmètre, les températures par des thermomètres à mercure, les vitesses ont varié de 150 à 450 t/min, correspondant à des vitesses tangentielles d'environ 30 à 90 m/min, les charges ont varié de 300 à 800 kg par palier correspondant à des charges spécifiques de 2,1 à 6,3 kg/cm² pour les paliers à coussinets.

Tous les résultats des essais prolongés pendant quatre ans ont été traduits par des courbes pour chaque type de palier.

Dans toutes les conditions de charge et de vitesse, la puissance diminue lorsque la température augmente, et cette diminution est maxima dans le cas des paliers à coussinets ; aux faibles vitesses, la puissance ne varie pas pratiquement avec la température.

Le coefficient de frottement pour une charge et une vitesse données diminue lorsque la température croît ; pour une charge donnée, il est d'autant plus grand que la vitesse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est plus grande et pour une vitesse donnée d'autant plus petit que la charge est plus grande, les variations sont maxima dans les paliers à coussinets, intermédiaires dans les paliers à rouleaux et minima dans les paliers à billes; ces coefficients de frottement ont été calculés par la formule

$$f = \frac{W \times 531}{\pi\, dn\, P}$$

dans laquelle

W = la puissance en watts par palier,

531 = 44,26 × 12 en pouces livres par minute

d = diamètre de l'arbre en pouces,

n = le nombre de tours par minute.

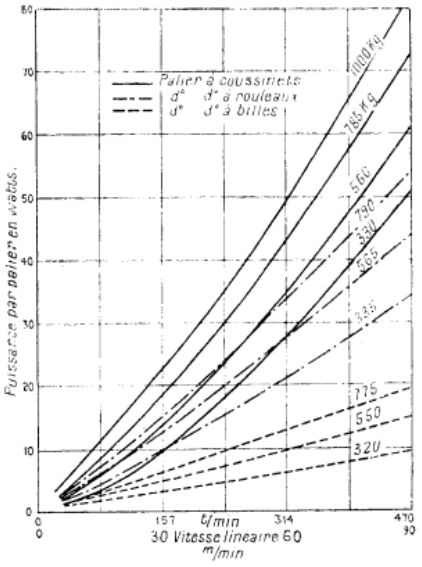


Fig. 4. — Courbes des puissances absorbées par les divers paliers essayés sous des charges diverses en fonction de la vitesse et à la température de 38° C.

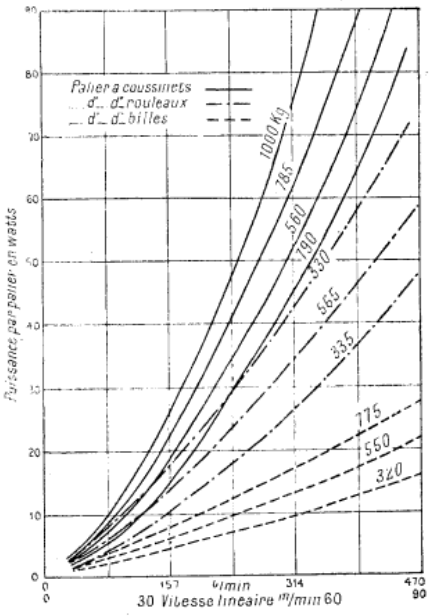


Fig. 5. — Courbes des puissances absorbées par les divers paliers essayés sous des charges diverses en fonction de la vitesse et à la température de 25° C.

Les puissances comparatives absorbées par le frottement sont les suivantes, en prenant comme unité la puissance absorbée par le palier à billes :

Paliers.	Vitesse tangentielle de 30 m/min. Température. 25°	Température. 38°	Vitesse tangentielle de 90 m/min. Température. 23°	Température. 38°
à billes.	1	1	1	1
à coussinets.	3	3,6	4,5	4
à rouleaux	2,2	2,5	2,7	3

Les figures 4 et 5 montrent que les puissances absorbées par les paliers à coussinets sont plus élevées que celles qu'exigent les autres types de palier sauf peut-être pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très faibles charges ; l'excès de puissance absorbé par les paliers à coussinets par rapports aux paliers à rouleaux et par ceux-ci par rapport aux paliers à billes augmente avec la vitesse, pour toutes les charges.

Ces nombres sont obtenus en faisant les moyennes correspondant pour chaque type de palier sous les trois charges suivantes :

Paliers à billes : 320, 550 et 775 kg.

Paliers à rouleaux : 335, 565 et 790.

Paliers à coussinets : 330, 560 et 785.

On a fait enfin des essais à outrance sous une charge maxima de 2 250 kg par palier à la vitesse de 200 t/min, et en n'employant qu'un seul arbre avec quatre paliers.

Les ruptures se sont produites sous les charges de 1 900 kg pour les paliers à coussinets, 2 100 kg pour les paliers à billes et environ 2 300 kg pour les paliers à rouleaux (fig 6.), elles n'étaient dues d'ailleurs qu'au lubrifiant car la qualité et l'abondance du

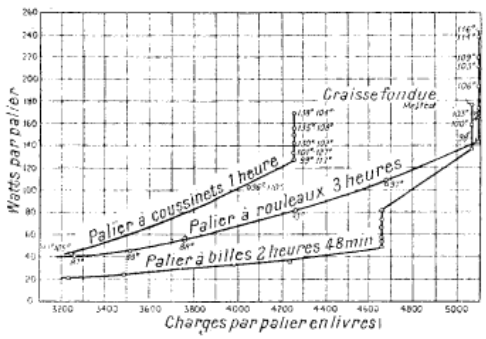


Fig. 6 — Courbes des essais à outrance (puissances absorbées en fonction de la charge) à la vitesse de 200 t/min (vitesse linéaire de 39 m/min.). Les températures en degrés Fahrenheit sont les moyennes des quatre paliers.

graissage ont une influence très importante sur la grandeur de la charge produisant la rupture ; dès que l'huile de graissage fait défaut, la puissance nécessaire pour maintenir la vitesse normale augmente brusquement ; il est probable que, dans chaque cas, un seul des quatre paliers essayés simultanément faisait défaut ; dans le cas des paliers à billes, il est évident que la graisse fondant s'écoulait au dehors du palier ; les autres paliers se comportant de façon analogue vers la fin de l'essai, il est permis de supposer que l'un des quatre paliers commençait à souffrir du contact métal sur métal.

Croisement de voies de chemins de fer à 90 degrés (*Engineering News* du 5 mars 1914). — Les croisements des voies principales de chemins de fer sous un angle voisin de 90° sont assez rares en France, en raison du danger qu'elles présentent et des dépenses d'entretien qu'elles entraînent. Il n'en est pas de même en Amérique et on a cherché de nombreux dispositifs permettant d'établir la continuité de la voie parcourue de façon à éviter les chocs violents des bandages contre les bords de l'ornière nécessaire au passage des boudins sur la voie croisée. Le système Alexander est le plus récent et a donné de bons résultats sur l'Illinois Central Railway. Il est formé (fig. 1 et 2)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une pièce circulaire en acier au manganèse de 290 mm de hauteur totale comportant en haut un bourrelet qui correspond à celui des rails à réunir, en bas un pignon engrenant avec une crémaillère, toute la pièce reposant sur une crapaudine. Le diamètre de cette pièce de jonction est de 250 mm; elle est immobilisée dans l'une ou l'autre de ses positions établissant la continuité de l'une ou l'autre file de rails par une broche

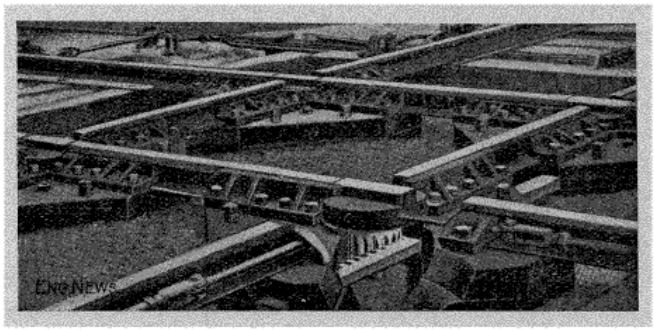


Fig. 1. — Croisement de voie à rail continu.

parallèle au rail et son mouvement de rotation est obtenu par le déplacement de la crémaillère; celle-ci et la broche sont enclenchées avec les signaux; de même les quatre

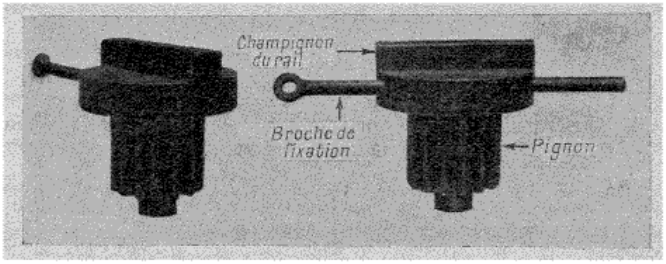


Fig. 2. — Pièce de jonction mobile du croisement à rail continu.

pièces de jonction nécessaires à l'établissement d'un croisement complet sont enclenchées entre elles.

L'ensemble du croisement repose sur une fondation rigide en béton armé de 460 mm d'épaisseur; sur cette fondation se trouvent deux couches de chêne de 75 mm d'épaisseur recouvertes d'une tôle d'acier de 12,5 mm; enfin les quatre croisements de rails reposent sur une semelle octogonale ou circulaire en acier moulé de 18 mm d'épaisseur et de 1,200 de diamètre au centre de laquelle tourne la pièce de jonction.

L'un de ces croisements mis en service à Champaign (Illinois) le 30 janvier 1912 et fonctionnant environ 65 fois par 24 h n'a coûté que 9 f par mois d'entretien, son installation a coûté 10 000 francs environ.

Influence du mouvement des hélices sur le plafond des canaux (FLAMM, *Zeitschrift der Vereins deutscher Ingenieure* du 7 mars 1914). — Les détériorations auxquelles les canaux sont soumis consistent principalement dans l'affouillement de l'axe du plafond

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et le refoulement des terres vers les bords, de sorte que la profondeur y devient insuffisante et qu'il en résulte des difficultés lorsque deux trains de chalands doivent se croiser ou se dépasser. Ces détériorations ne sont pas seulement désastreuses pour la navigation, mais elles peuvent encore entraîner des dépenses considérables dans le cas où l'affouillement donne lieu à des pertes d'eau ou à des inondations si le plan d'eau est plus élevé que le sol environnant. Le gouvernement a donc dû imposer à la naviga-

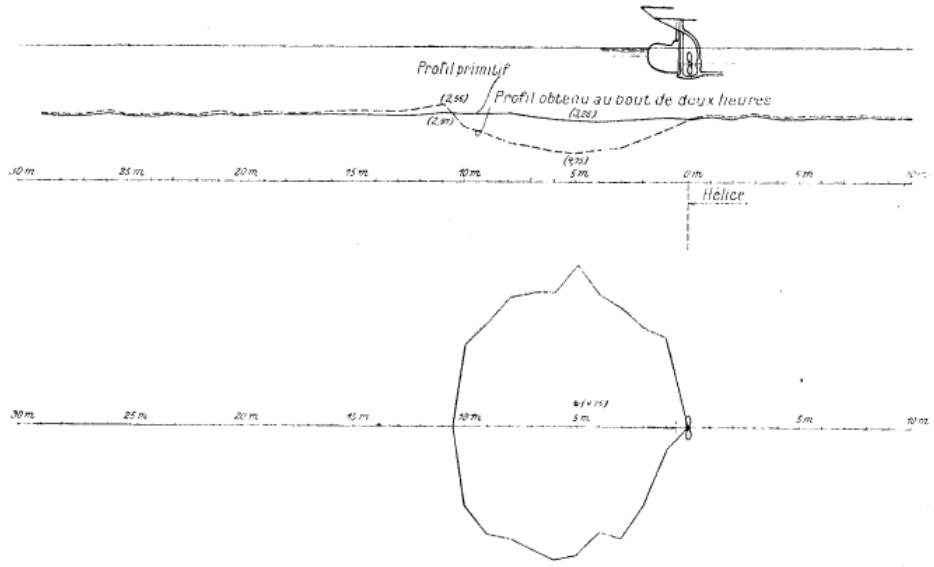


Fig. 1 et 2. — Essais du « Cladow » dans le canal de la Sprée à l'Oder, son gouvernail n'étant pas muni d'une tôle horizontale.

tion sur la plupart des canaux des restrictions concernant le tirant d'eau, la puissance des machines et la vitesse des bateaux. Afin de chercher la cause de ces détériorations

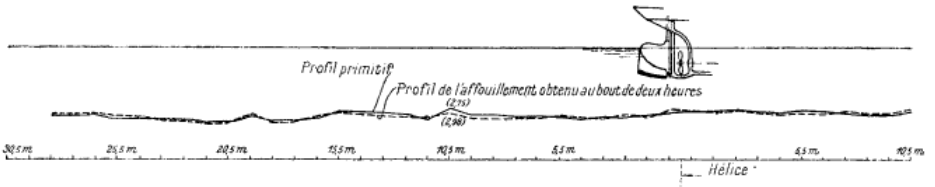


Fig. 3. — Essais du « Cladow » dans le canal de la Sprée à l'Oder, son gouvernail étant muni d'une tôle horizontale.

et le remède à cette situation fâcheuse, le ministère des Travaux publics prussien a entrepris des essais au laboratoire des ponts et chaussées de Charlottenbourg ; ainsi qu'on le sait, l'hélice aspire l'eau d'avant en arrière et la refoule en arrière sous forme de noyau animé d'un mouvement de rotation et d'un mouvement de translation d'avant en arrière, c'est-à-dire que les filets liquides ont un mouvement hélicoïdal ; or, lorsqu'ils viennent rencontrer la surface verticale du gouvernail, ils s'infléchissent vers le bas et produisent les affouillements du plafond du canal. Ces mouvements des filets liquides ont été mis en évidence par la photographie et le cinématographe ; le docteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gebers a proposé de placer deux gouvernails de part et d'autre du noyau formé par les filets liquides afin de neutraliser leur inflexion vers le bas ; le résultat serait bon dans le cas où le gouvernail resterait toujours parallèle à l'axe du bateau, mais lorsqu'on le fait tourner, on constate que les affouillements sont encore plus importants qu'avec un seul gouvernail ; on pourrait à la rigueur éloigner les deux gouvernails l'un de l'autre, de sorte que le noyau des filets liquides ne les rencontre pas, même lorsqu'ils sont tournés ; mais ils sont ainsi très exposés aux avaries et, en tout cas, deux gouvernails sont plus coûteux qu'un seul.

L'auteur a trouvé une autre solution : puisque l'eau s'infléchit vers le bas en rencontrant la surface verticale du gouvernail, elle sera infléchie latéralement par une tôle horizontale fixée sous le gouvernail et ne viendra plus affouiller le plafond du canal. L'expérience a vérifié cette hypothèse ; les figures 1 et 2 représentent le profil du canal de la Sprée à l'Oder dans lequel on a fait tourner pendant deux heures à pleine puissance l'hélice du « Cladow » maintenu immobile ; on a constaté un affouillement de 12 m de large, 12 m de long et 1,49 m de profondeur, tandis que le profil du canal n'a pas été modifié après que l'on eut muni le gouvernail d'une tôle horizontale (fig. 3) fixée simplement par deux cornières et dont l'application ne coûte qu'une centaine de francs.

Le moteur d'aéroplane Salmson (*The Engineer* du 20 mars 1914). — Les moteurs

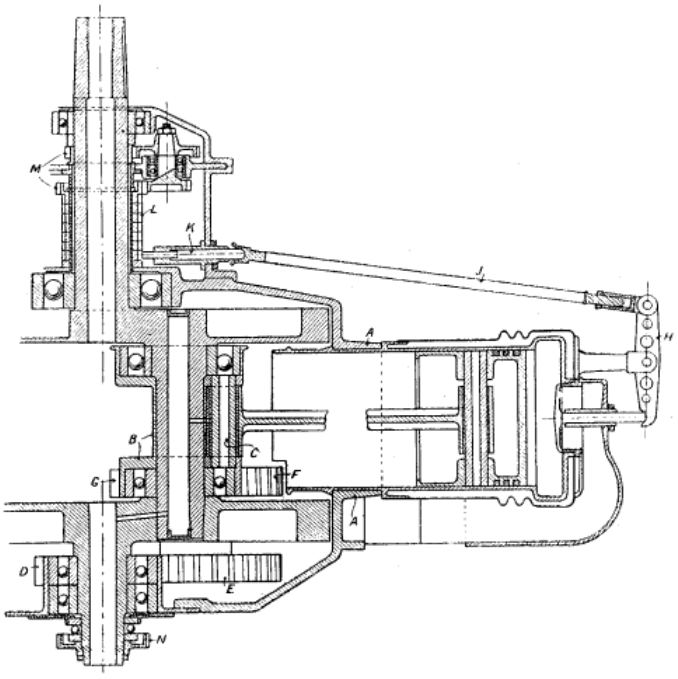


Fig. 1. — Coupe du moteur Salmson.

d'aéroplane peuvent être classés en trois catégories : la première comprend les moteurs dérivés des moteurs d'automobiles dans lesquels les cylindres sont disposés au-dessus ou au-dessous de l'arbre ou à droite et à gauche en forme de V ; la seconde, les moteurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à cylindres en étoile autour de l'arbre, les cylindres tournant et l'arbre étant fixe (moteur Gnôme) ; le troisième, les moteurs dans lesquels les cylindres sont disposés de la même façon mais dont les cylindres sont fixes et l'arbre tourne ; le moteur Salmson système Canton-Unné appartient à cette catégorie. Les moteurs à cylindres tournants ont l'avantage de pouvoir être refroidis par l'air, mais ils consomment beaucoup et la rotation des cylindres absorbe environ 10 p. 100 de la puissance totale.

Le moteur Salmson (fig. 1) de 90 chv a sept cylindres de 120×140 mm et pèse 131 kg soit 1,48 kg par chv, celui de 130 chv (fig. 2 et 3) en a neuf de mêmes dimen-

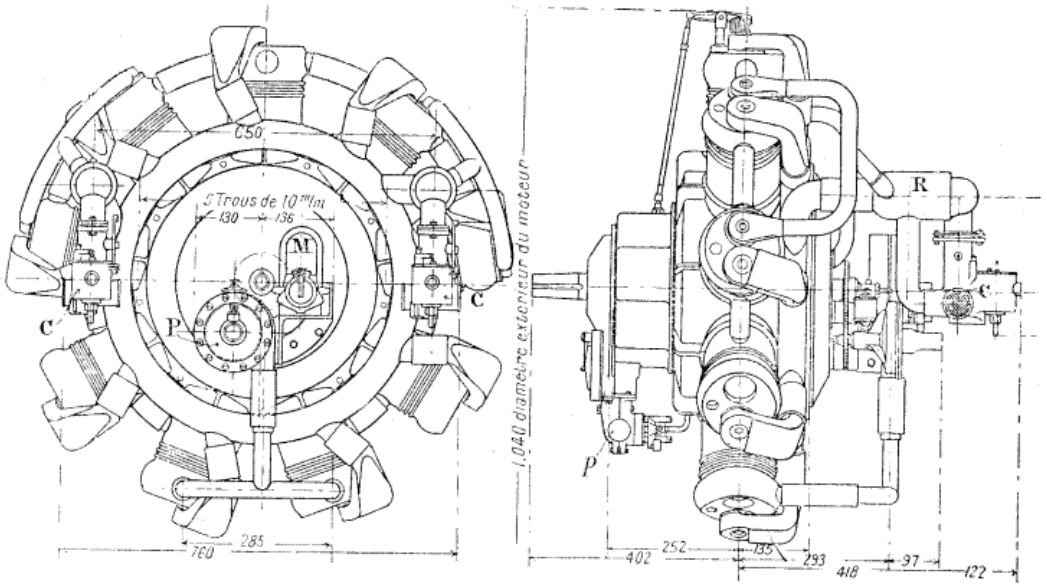


Fig. 2 et 3. — Moteur Salmson à neuf cylindres. — CC, carburateurs. — M, magnéto. — P, pompe à eau. — *p*, pompe à huile. — R, réchauffeur

sions et pèse 163 kg soit 1,25 kg par chv, radiateur non compris, tous deux tournent à 1 250 t/min.

Le bâti A est en aluminium en deux parties, boulonnées ensemble, les cylindres sont en acier tournés dans la masse, les chemises d'eau cannelées sont en cuivre et brasées sur les cylindres, les pistons sont en fonte à trois segments. L'arbre est en acier avec une seule manivelle à double plateau d'équilibrage ; l'arbre et l'axe de la manivelle sont creux ; les bielles sont en acier en forme de double T découpées dans la masse et munies à chaque extrémité de paliers en bronze phosphoreux. Elles s'articulent toutes au moyen des axes C sur un manchon B monté sur deux paliers à billes et enfilé sur l'axe de la manivelle ; mais il est facile de comprendre que le mouvement du manchon autour de l'axe de la manivelle ne peut être quelconque, car alors les pistons des différents cylindres ne parcourraient pas la même course, en effet (voir la figure 4 représentant un moteur à trois cylindres), pour une position OA de la manivelle à laquelle correspondent les positions des pistons EFG, on pourrait avoir les positions des pistons HJK si le manchon avait tourné d'un angle α, et les courses des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pistons ne seraient pas égales. Il faut donc que lorsque la manivelle tourne d'un angle β dans le sens des aiguilles d'une montre, les lignes AB, AC, AD tournent du même angle en sens inverse. Pour réaliser cette condition, une roue dentée D concentrique à l'arbre et fixée sur le bâti engrène avec un pignon E monté sur le plateau d'équilibrage de la manivelle ; de l'autre côté de ce plateau est montée une roue dentée F qui

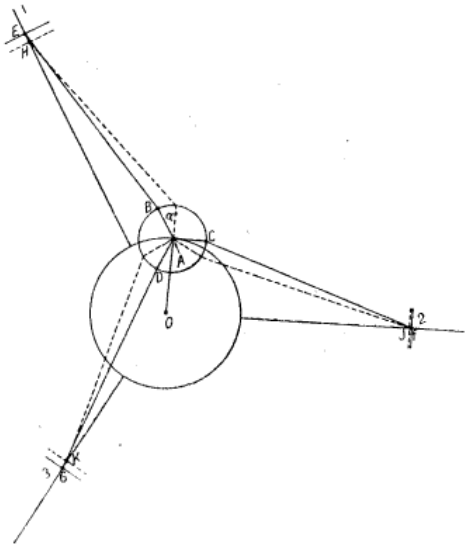


Fig. 4. — Schéma de la commande du moteur Salmson.

engrène avec un pignon G solidaire du manchon B. Les roues dentées D et F et les pignons E et G sont respectivement identiques.

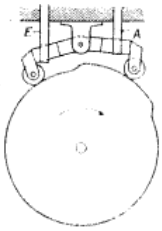


Fig. 5. — Commande des soupapes.

Les soupapes d'admission et d'échappement sont placées côte à côte sur les fonds de cylindres et ont un diamètre particulièrement grand ; elles sont maintenues sur leurs sièges par des ressorts pratiquement soustraits à la chaleur des cylindres et commandées par les leviers H et les tiges J terminées par les plongeurs K ; ceux-ci reçoivent leur mouvement par des cames L, montées sur un manchon enfilé sur l'arbre et tournant à demi-vitesse grâce à l'équipage denté M. Il n'y a qu'une came par cylindre (fig. 5) commandant les plongeurs A d'admission et E d'échappement dont l'extrémité s'appuie sur un levier terminé par deux galets ; on voit que ce dispositif assure l'égalité des périodes d'admission et d'échappement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'allumage se fait par magnéto à haute tension commandé par la roue dentée N ; le graissage se fait par une double pompe à huile refoulant l'huile d'une part à travers l'arbre aux paliers, aux pistons et aux engrenages et l'aspirant d'autre part dans les parties basses du moteur pour la retourner au réservoir.

Le moteur à sept cylindres a un carburateur automatique, les moteurs à neuf cylindres et plus en ont deux; on a prévu un réchauffeur spécial entre le carburateur et le tuyau d'admission en vue des voyages à haute altitude. D'après les essais effectués par une commission de l'Automobile Club de France en juillet et août dernier, un moteur à sept cylindres tournant pendant 98 heures a consommé 0,237 kg d'essence et 0,0136 kg d'huile par cheval-heure à une vitesse moyenne de 1 179 t/min. L'adjonction d'un silencieux intéressant dans les applications militaires a absorbé une puissance de 4 chv.

Détermination expérimentale de la transmission de la chaleur de la vapeur à l'eau de refroidissement (K. HOEFER, *Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen* du 20 mars 1914).

La *Revue de Mécanique* a rendu compte, dans son numéro du 31 mai 1914, des

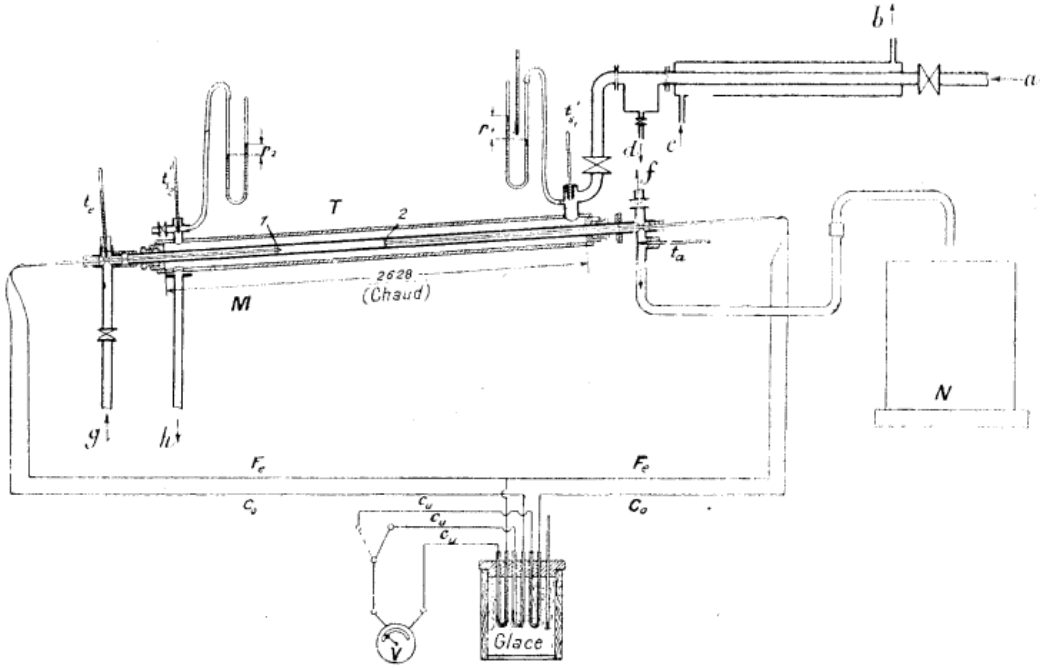


Fig. 1. — Dispositif d'expérience. — *a*, arrivée de la vapeur vive. — *b*, sortie de l'eau de refroidissement. — *c*, entrée de l'eau de refroidissement. — *d*, purge de l'eau de condensation. — *e*, sortie de l'eau de refroidissement. — *f*, purge de l'air. — *g*, entrée de l'eau de refroidissement. — *h*, sortie de la vapeur et de l'eau de condensation vers l'échappement ou le condenseur. — N, balance. — M, tube de mesure. — T, thermo-couples. — V, millivoltmètre (température de l'eau).

essais de Gramberg au laboratoire de l'École technique supérieure de Danzig sur le même sujet. Les essais entrepris par l'auteur au laboratoire de l'École technique supé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure de Berlin sous la direction du professeur Josse ont eu principalement pour objet d'établir la relation entre la quantité de chaleur transmise par la vapeur à l'eau et la différence de température entre l'eau et la vapeur, c'est-à-dire de trouver la valeur de l'exposant de température x. Généralement on admet que cette relation est du premier degré, quelquefois du deuxième; d'autre part Orrok, à la suite d'essais prolongés, a trouvé la relation :

$$dW = dF c\ (t_s - t)^{\frac{7}{8}}$$

dans laquelle $d\,W$ = la quantité de chaleur transmise par la surface $d\,F$, c = une constante, t_s et t, les températures moyennes de la vapeur et de l'eau.

Les expériences de Berlin ont été faites avec le dispositif suivant (fig. 1) : l'eau cir-

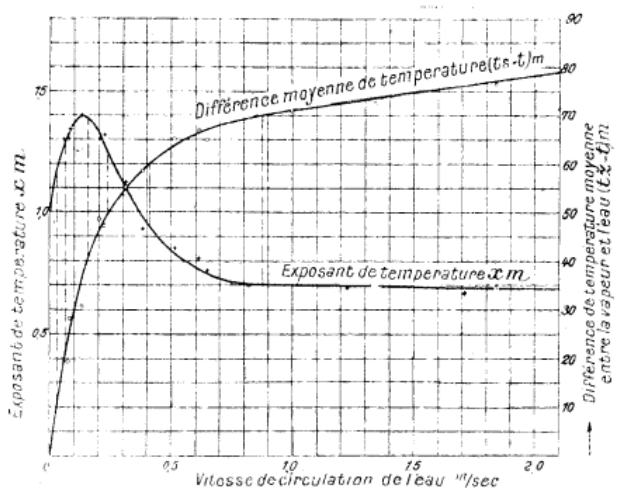


Fig. 2. — Courbes de l'exposant de température moyen et de la différence de température moyenne en fonction de la vitesse de l'eau (première série d'expériences à la pression atmosphérique).

cule dans un tube de laiton de 20/25 mm de diamètre et de 2,628 m de longueur, chauffé extérieurement par la vapeur; les variations de la température de l'eau sont fournies par deux thermo-couples fer-constantan à glissières dont la différence de potentiel est obtenue au moyen d'un galvanomètre très sensible qui permet d'évaluer le dixième de degré centigrade. Un agitateur placé au point de soudure des thermo-coup les sert à mélanger les couches d'eau de façon que la température de l'eau soit bien uniforme.

On a fait trois séries d'expériences, à la pression atmosphérique et avec un vide de 80 et 90 p. 100. La vitesse de l'eau a varié progressivement de 0,05 à 1,90 m/sec dans les deux premières séries et de 0,03 à 1,50 m/sec dans la troisième avec le vide de 90 p. 100. On a tracé pour chaque essai la courbe de l'élévation de la température en fonction de la longueur du tuyau et on a constaté que, dans certains cas, l'exposant x est plus grand que 1 et dans d'autres plus petit que 1; d'autre part, il n'est pas constant et varie avec la vitesse de circulation de l'eau et avec la différence de température (fig. 2). Au moyen d'un procédé graphique logarithmique, on a tracé les courbes de la figure 3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fournissant l'exposant x pour chaque vitesse de circulation de l'eau et pour chaque différence de température ; on voit que cet exposant varie dans de grandes limites (de

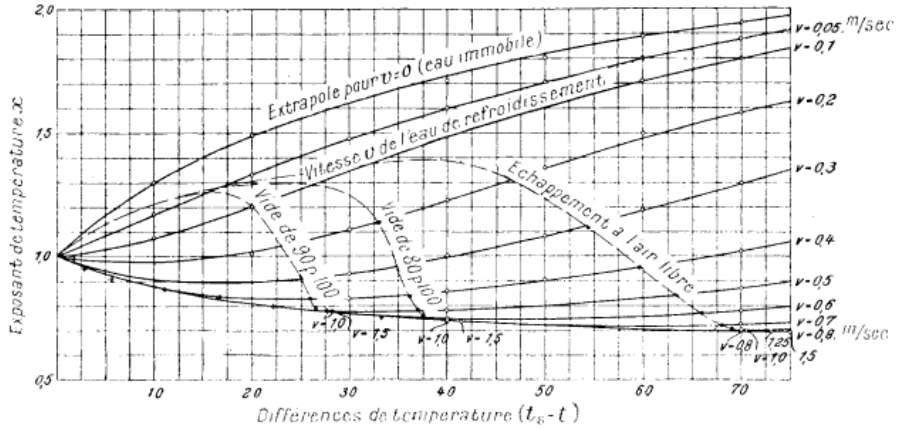


Fig. 3. — Courbes de l'exposant de température x en fonction de la différence de température pour diverses vitesses de circulation de l'eau (les croix représentent les valeurs trouvées par Orrok).

0,7 à 1,9 pour une différence de température de 70°). Toutes les courbes convergent au

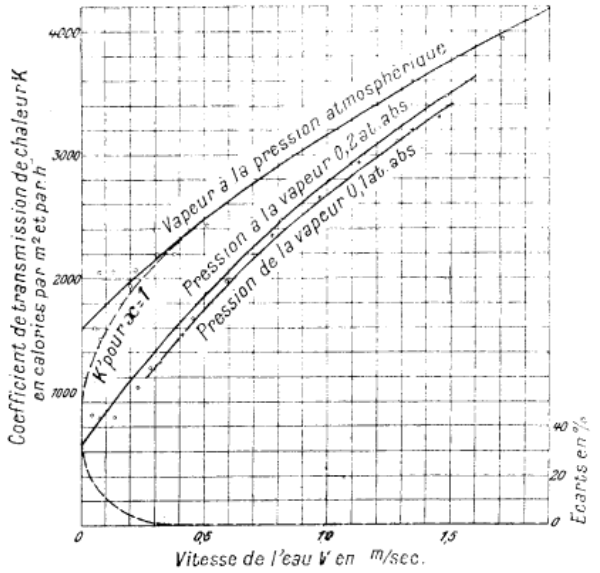


Fig. 4. — Courbes du coefficient de transmission de chaleur K en fonction de la vitesse de l'eau v pour les pressions de la vapeur de 1, 0,2 et 0,1 atmosphères absolues. Les écarts p. 100 entre K et K' (pour $x = 1$) sont calculés par la formule : $\frac{K-K'}{K} \times 100$.

point $x = 1$ pour $t_s - t = 0$. Or il est probable qu'au contact du tube la différence de température est très voisine de 0, donc on peut en déduire que la transmission de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaleur de la paroi à la couche la plus voisine de l'eau varie proportionnellement à la différence de température quelle que soit la vitesse de l'eau; il est évident que ces variations de l'exposant de température par rapport à la température moyenne de l'eau résultent de ce que la répartition des températures dans une section donnée du tube peut être très variée; en outre, aux faibles vitesses, les courants de convection doivent jouer un certain rôle; enfin, comme les variations de l'exposant de température dépendent de la répartition des températures, il est probable que le diamètre du tube exerce une influence sur sa valeur. Les conclusions des expériences de Berlin sont en opposition avec celle d'Orrok qui a trouvé que l'exposant de température est indépendant de la différence de température et a la valeur $x = \frac{7}{8}$ pour toutes les vitesses de 0,60 à 2,60 m/sec; ce désaccord provient de la mauvaise interprétation qu'Orrok a faite de ses résultats.

Les essais de Berlin ont servi de plus à déterminer le coefficient de transmission de chaleur K en calories par mètre carré et par heure en fonction de la vitesse de circulation de l'eau v (fig. 4). Sur cette figure on a tracé également en traits pointillés la courbe de K' que l'on obtiendrait en admettant que $x = 1$; on voit que, pour des vitesses de circulation inférieures à 0,10 m/sec, les écarts sont considérables et atteignent au maximum 30 p. 100. Pour $v = 0{,}40$ m/sec, les courbes se confondent pratiquement puisque alors $x = 1$ réellement; de même pour des vitesses supérieures on ne constate pratiquement aucun écart. Cette constatation est très importante pour le calcul des condenseurs pour lequel on peut alors employer la formule simple :

$$F = \frac{Q}{K} \log \text{nép.} \frac{t_s - t_e}{t_s - t_a}$$

dans laquelle :

F = la surface de refroidissement du condenseur en m².

Q = le poids d'eau de refroidissement en kg par heure.

t_e, t_a = les températures de l'eau de refroidissement à l'entrée et à la sortie.

$x = 1$.

Ce n'est que dans le cas de très faibles vitesses de circulation qu'il faudra se servir de la formule suivante plus précise :

$$F = \frac{Q}{K} \frac{\left[(t_s - t_e)^{1-x} - (t_s - t_a)^{1-x}\right]^{\frac{1}{x}}}{(1-x)\left[(1-x)(t_a - t_e)\right]^{\frac{1-x}{x}}}$$

Le coefficient de transmission K peut se mettre sous les formes :

$$K = 1\,600 + 1\,743.\ v^{0,82},$$

dans le cas de vapeur à la pression atmosphérique et

$$K' = 650 + 2\,090.\ v^{0,82}$$

dans le cas de 80 p. 100 de vide.

La valeur commune de l'exposant de v est intermédiaire entre celles qu'a trouvées Sœnnecken, 0,72 et 0,91 et la différence entre K et K' dépend sans aucun doute de la diminution de la transmission de chaleur de la vapeur à la paroi résultant de la diminution de la densité de la vapeur; mais on ne connaît pas la relation qui lie ces diminutions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Utilisation de la chaleur solaire. — Depuis fort longtemps on s'est préoccupé de l'utilisation possible de la chaleur solaire à la production de la force motrice et, dès 1860, Mouchot s'occupait de la question en même temps que Franchot et Erichson. Ce premier inventeur est arrivé à des résultats fort intéressants et avait construit en 1878 à l'Exposition Universelle de Paris un appareil de 24 m² d'ouverture avec une chaudière contenant 100 l d'eau qui avait amené à l'ébullition en 30 minutes 70 l d'eau et avait permis d'atteindre une pression de 6 atmosphères (2 septembre 1878); le 22 septembre de la même année, son appareil avait fait fonctionner d'une façon continue une pompe sous une pression de 3 atmosphères. Son appareil était formé d'un tronc de cône à génératrice rectiligne et inclinée à 45° réfléchissant les rayons du soleil sur une chaudière tubulaire disposée suivant l'axe de ce cône et entourée d'un manchon de verre; le cône était formé de plaques de laiton argenté et l'inclinaison de son axe pouvait varier de façon à suivre les déplacements du soleil. Il a même vulgarisé de petits appareils destinés aux usages journaliers, à la cuisson des aliments et à la distillation de l'alcool. En 1877, il avait produit 1 700 l de vapeur d'eau par heure avec un appareil de 1m² d'ouverture installé dans le Sud algérien.

Ces expériences ont fait l'objet de plusieurs communications à l'Académie des Sciences et d'une conférence de M. Abel Pifre pendant l'Exposition de 1878. Ce dernier s'est efforcé de perfectionner l'appareil de Mouchot en constituant le réflecteur par trois troncs de cône se raccordant suivant des parallèles, c'est-à-dire dont la génératrice est une ligne brisée; ce système permettait de réduire la hauteur de la chaudière de moitié et par suite de diminuer les pertes de chaleur par rayonnement; il avait installé au Conservatoire des Arts et Métiers un appareil de 9,25 m² d'ouverture contenant 50 l d'eau : par ciel clair, l'eau bouillait au bout de 40 min et la pression de la vapeur montait de 1 atmosphère en 7 à 8 min; la vapeur produite actionnait une machine à vapeur faisant corps avec l'appareil et dont l'arbre conservait une direction constante, quoiqu'elle participât au mouvement d'orientation de l'ensemble.

En 1903, à Los Angeles, l'ingénieur américain Brush a installé un miroir parabolique de 10 m d'ouverture et de 5 m de diamètre à la base, formé de 1 788 petits miroirs concentrant la chaleur sur une chaudière; celle-ci fournissait de la vapeur à 12 atmosphères et faisait fonctionner une machine compound à condensation. Mais toutes ces expériences n'ont pas donné de résultats réellement pratiques, à cause du prix très élevé des appareils. *The Engineer* du 20 mars 1914, à qui nous empruntons les renseignements qui suivent, nous tient au courant des travaux de M. Frank Shumann, qui a installé à Philadelphie un appareil de forme différente, fournissant une puissance moyenne de 12 chv pendant huit heures par jour et une puissance maxima de 32 chv à midi; de plus, il a fait une installation à Meadi près du Caire, beaucoup plus puissante, au sujet de laquelle il vient de fournir des renseignements à l'Association des ingénieurs de Manchester.

L'installation du Caire a profité de l'expérience acquise à Philadelphie et il a été reconnu qu'il était plus avantageux de produire de la vapeur à la pression atmosphérique, car le bénéfice que l'on pourrait réaliser dans le rendement en produisant de la vapeur à haute pression serait annulé par l'augmentation des pertes par rayonnement et convection des chaudières, résultant de leur température plus élevée. Les miroirs absorbants en forme de cuvette parabolique sont disposés sur cinq rangées ayant 4 m de largeur en haut et 62 m de longueur (fig. 1 et 2). Leur axe est dirigé du Nord

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au Sud et ils peuvent tourner de l'Est vers l'Ouest autour de leur axe pour suivre le mouvement du soleil ; chaque rangée se trouve à 7,60 m de la rangée voisine afin de ne pas lui porter d'ombre lorsque les rayons du soleil sont très obliques. Les miroirs sont fixés dans un léger châssis en acier au moyen de ressorts en laiton et consistent

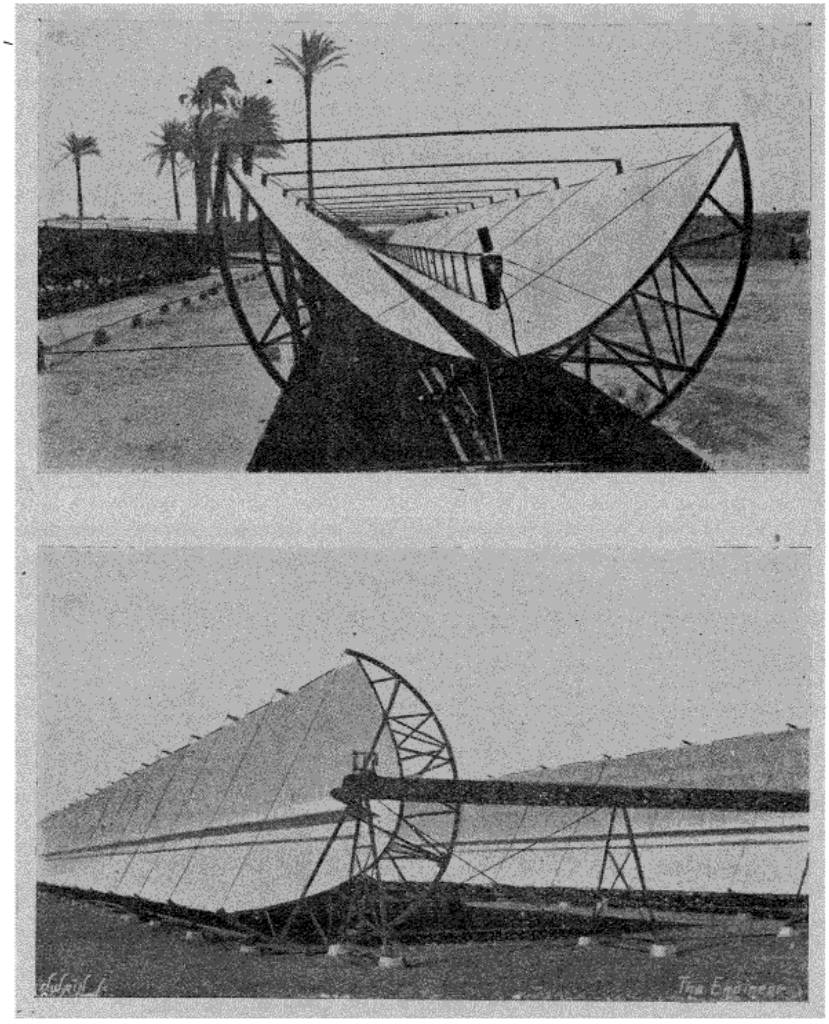


Fig. 1 et 2. — Miroirs absorbants.

en feuilles de verre ordinaire de troisième qualité de 1,5 mm d'épaisseur argentées d'un côté. La chaudière en fonte est disposée suivant l'axe focal de ce cylindre parabolique : elle est tubulaire à la partie supérieure et plate à la partie inférieure ; elle a 380 mm de hauteur et est suspendue à de légères tiges. L'orientation des miroirs se fait automatiquement au moyen d'une crémaillère et de pignons commandés par la vapeur de la chaudière et mis en action automatiquement au moyen d'un thermostat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur (fig. 3) est d'un type spécial ayant des petits espaces morts et de larges orifices d'échappement permettant d'utiliser avantageusement la vapeur à basse pression et fournissant un chv au frein pour une consommation de 10 kg de vapeur à la pression atmosphérique : il a des cylindres de 914 × 914 mm et tourne à 110 t/ min

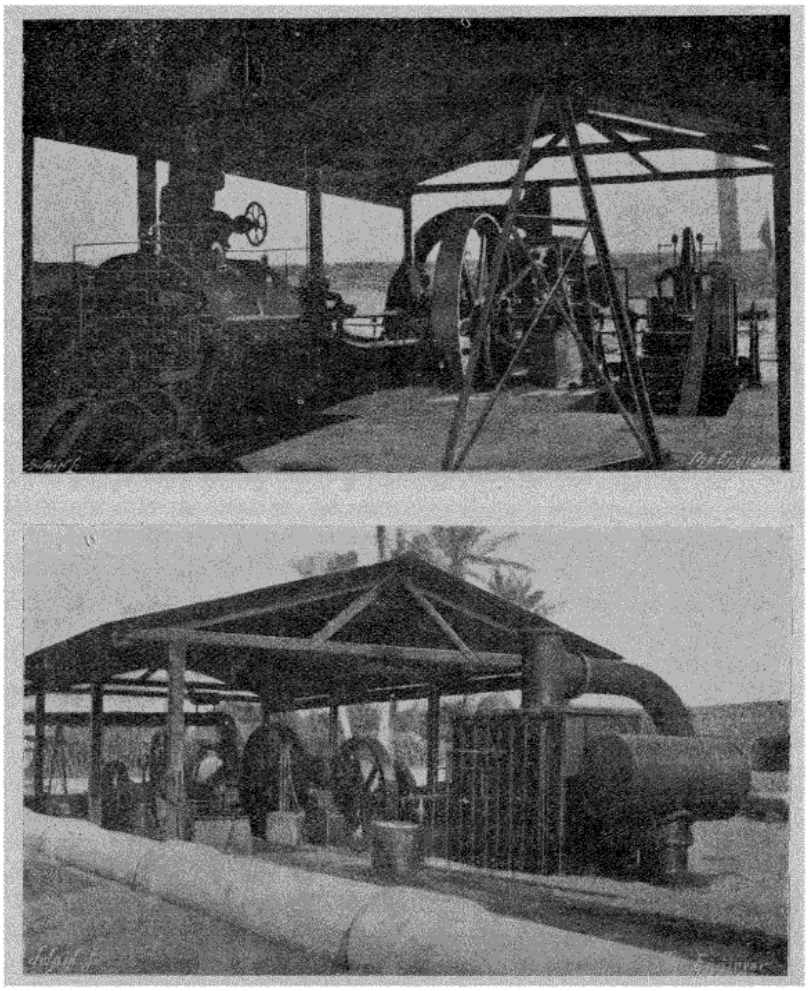


Fig. 3 et 4. — Moteur à vapeur à basse pression et pompes.

La pompe (fig. 4) est commandée par un petit moteur à pétrole pour produire le vide nécessaire au démarrage. Les essais ont fourni une puissance de 29,6 chv avec de la vapeur à une pression de 1,16 kg/cm² et un vide au condenseur de 71 cm.

La chaudière commence à fournir de la vapeur à 7 h. 30 m., le maximum est atteint entre dix et quatorze heures et la production diminue jusqu'à 17 h. 30 m. Le poids moyen de vapeur produite est de 500 kg de vapeur par heure pendant dix heures soit une puissance moyenne de 50 chv.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En admettant que le prix de la tonne de charbon fût de 75 f et que la consommation de charbon fût de 0,907 kg par cheval au frein (consommation d'ailleurs probablement trop faible à cause des difficultés de la condensation dans les pays chauds), l'utilisation de la chaleur solaire permettrait de réaliser par rapport à celle du charbon une économie de 10 250 f par an pour une puissance de 50 chv pendant 10 heures par jour et pendant 365 jours, intérêt du capital et amortissement à 5 p. 100 compris.

En d'autres termes, l'installation du Caire a permis de se rendre compte que pour que le prix de revient du cheval au frein fourni par une installation de force motrice au charbon, fût le même, il faudrait que le prix de la tonne de charbon ne dépassât pas 12 f la tonne. L'installation complète du Caire a coûté 39 000 f et son rendement est de 57 p. 100, c'est-à-dire que sur 100 calories fournies aux miroirs, 57 sont transformées en vapeur. En se basant sur les résultats ainsi obtenus, l'auteur a calculé qu'il suffirait d'utiliser une surface de 56 300 km² dans le désert du Sahara pour produire les 270 000 000 chv correspondant à la quantité totale de combustible extraite de la terre pendant l'année 1909 ; or cette surface est inférieure à celle d'un carré de 240 km de côté.

La dépense pourrait être évalué à 500 milliards.

Dans une conférence faite à la Société des Ingénieurs de Londres, le 9 avril dernier M. Ackermann (*Engineering* des 10 et 24 avril 1914) rend compte des essais qu'il a faits à Meadi : l'essai du 22 août 1913, qui a donné les meilleurs résultats, a fourni 55,5 chv au frein pour une surface réfléchissante de 3 560 m² ; un autre essai de cinq heures a fourni une puissance moyenne de 0,014 chv/m². Mais le moteur n'a pas fonctionné d'une façon satisfaisante à cause de sa consommation de vapeur exagérée ; M. Ackermann estime qu'avec un moteur ayant un rendement aussi bon que celui d'une turbine à vapeur d'échappement, l'installation de Meadi pourrait fournir une puissance de 0,0197 chv/m². Cependant, si l'on admet que la température du soleil est de 6 000° centigrades absolus, l'énergie calorifique qu'il nous fournit transformée en énergie mécanique devrait atteindre 1,97 chv par mètre carré de surface de la terre ensoleillée, en admettant un rendement de 95 p. 100 ; mais comme cette énergie ne peut être utilisée qu'à basse température, le rendement théorique ne pourrait dépasser 25 p. 100, soit 0,43 chv/m² ; de plus, l'atmosphère absorbe au moins 50 p. 100 de l'énergie rayonnée. Cependant les résultats acquis jusqu'à ce jour sont encore loin de ce chiffre d'environ 0,20 chv/m² puisque à Meadi, le rendement maximum n'a été que de 0,015 chv/m². En conséquence, M. Ackermann estime que parmi les forces naturelles, l'utilisation de la force du vent est plus avantageuse que celle de la chaleur solaire puisqu'un moulin à vent de 12 m de diamètre peut fournir environ 9 chv et coûte 10 000 fr soit 1 250 f par cheval. Mais si l'on accepte les chiffres de M. Shumann, on trouve que le cheval-vapeur à Meadi n'a coûté que $\frac{39\,000}{50} = 780$ f. D'ailleurs dans son curieux calcul de la fourniture de la force motrice nécessaire au monde entier, M. Shumann s'est basé sur un rendement moindre : $\frac{270\,000\,000}{56\,300\,000\,000} = 0{,}004$ chv/m².

On peut donc dire que, malgré les critiques de M. Ackermann, l'installation de Meadi est fort intéressante et que des installations analogues peuvent être appelées à rendre des services dans les pays tropicaux, si toutefois la rareté de l'eau nécessaire à la condensation et sa température élevée n'entraînent pas des difficultés considérables.

A. SCHUBERT,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REVUE DE CULTURE MÉCANIQUE

par M. Max Ringelmann

membre du Conseil.

Application de l'électricité aux appareils de culture mécanique,

par M. Max Ringelmann.

Le grand développement que prennent aujourd'hui les réseaux de distribution d'énergie électrique fait prévoir de nombreuses applications rurales de l'électricité sous forme de lumière et de force motrice ; c'est déjà chose pour ainsi dire faite dans certaines régions de notre territoire.

En étudiant très attentivement l'Exposition internationale d'Électricité de Paris, en 1881, nous entrevîmes la possibilité des applications agricoles de l'énergie électrique. Il n'était d'ailleurs pas difficile d'admettre qu'une grande ferme pourrait, dans un avenir prochain, avoir le même intérêt économique qu'une grande usine à installer pour ses propres besoins un groupe électrogène plus ou moins puissant; il n'était pas non plus difficile de supposer que, le jour où de grandes fabriques d'électricité, appelées actuellement des *Centrales*, établiraient de longues lignes de distribution pour débiter leur énergie, ces lignes devraient forcément traverser des champs, longer des routes, et passer ainsi à proximité de nombreuses exploitations rurales qui se présenteraient alors comme des consommateurs bien placés. Aussi, après avoir étudié toutes ces questions, nous avons publié dans le *Journal d'Agriculture pratique*, dès 1890, une série d'articles qui furent ensuite réunis en un petit volume intitulé : *l'Électricité dans la Ferme* (1). Nous nous souvenons de l'accueil qui fut fait à ce livre en 1891 ; ce n'était pas de l'hostilité, mais on souriait avec une pointe d'ironie devant notre idée d'appliquer plus ou moins prochainement l'énergie électrique aux différents besoins des exploitations rurales. Les ingénieurs-constructeurs, comme les électriciens, n'envisageaient alors que les applications industrielles, ce qu'ils appellent la belle mécanique, et se seraient crus amoindris s'ils s'étaient occupés d'applications agricoles. Aujourd'hui il n'en est plus de même; un revirement s'est opéré et, au contraire, on se préoccupe de vendre le plus de courant possible aux exploitations rurales qui se trouvent dans le voisinage des canalisations électriques; on cherche à favoriser l'emploi des moteurs électriques en Agriculture, ces moteurs pouvant économiquement utiliser les génératrices pendant le jour, pourvu que leur travail cesse lors de la grosse consommation, qu'on appelle la *pointe*, qui a lieu au moment où commence l'éclairage sur le réseau de distribution.

(1) L'édition était épuisée en 1900.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

Pour l'application de l'électricité aux travaux de culture, comme pour toutes les innovations, les premières tentatives furent difficiles et laborieuses ; afin d'en avoir un aperçu il suffit de jeter un rapide coup d'œil sur les principales étapes que nous résumons dans ce qui suit, nous réservant de revenir, avec détails, sur certains systèmes d'appareils de culture mécanique mus par l'électricité.

Rappelons que Fontaine, administrateur de la Société Gramme, présentait en 1873 à l'Exposition internationale de Vienne une réceptrice actionnant une petite pompe centrifuge; en décembre 1874, une application de réceptrice était faite par M. Félix dans les ateliers Hermann-Lachapelle, à Paris ; pendant l'hiver 1875-1876 M. Henri Menier suivit l'exemple à Noisiel.

L'application des réceptrices aux travaux de culture débute avec l'association de MM. Chrétien, C. Félix, Hippolyte Fontaine et Gramme en 1878.

A partir de 1879 Siemens étudia l'adaptation des réceptrices aux tramways dont un spécimen fonctionna à l'Exposition d'électricité de Paris (1881) ; M. Marcel Deprez entreprit ses recherches sur la transmission électrique de la puissance, en 1882 à Munich, en 1883 au chemin de fer du Nord et à Grenoble, en 1885 à Creil; M. Brown, en 1888 à Kriegstetten (Suisse); M. A. Hillairet, notre collègue au Conseil d'Administration de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, fit, en 1889, une belle installation à la papeterie du Moutier, près de Domène, dans l'Isère; M. Brown utilisa à l'exposition de Francfort, en 1891, des courants polyphasés à haute tension pour la transmission de la puissance.

MM. Chrétien et Félix, fabricants de sucre à Sermaize (Marne), firent construire en 1878 les premiers appareils de labourage, mus par l'électricité, lesquels, après modifications, fonctionnèrent d'une façon assez satisfaisante en 1879 pour être mis sous les yeux du public.

Une dynamo, absorbant 8 chevaux-vapeur, placée dans la sucrerie, envoyait le courant dans des conducteurs fixés sur des poteaux le long des fourrières du champ à labourer. Deux treuils automobiles agissaient alternativement sur la charrue-balance comme dans les appareils à vapeur à deux locomotives-treuils. Les dynamos étaient des machines Gramme de fabrication courante destinées à l'éclairage, et non des réceptrices spécialement étudiées pour l'utilisation de l'énergie. L'appareil Chrétien et Félix figura ensuite dans un coin reculé du Palais de l'Industrie, lors de l'Exposition universelle d'Électricité de Paris, en 1881 ; puis on n'en entendit plus parler.

Les travaux de culture de la canne à sucre et du riz, à Java, sont exécutés par des buffles ; ces derniers, décimés par une épizootie, venant à faire défaut, les cultures furent fortement réduites en occasionnant une crise dans la colonie néerlandaise ; on ne pouvait employer les appareils à vapeur bien trop lourds pour le sol humide des rizières. Le gouvernement des Pays-Bas ouvrit, vers 1882, un grand concours en vue d'obtenir des appareils légers utilisant l'électricité. Cela décida, en 1883, *Werner von Siemens* à tenter un essai dont les résultats furent satisfaisants pour l'époque. Mais, en attendant les perfectionnements qu'il était indispensable d'apporter au matériel, l'épizootie s'était éteinte à Java ; le troupeau de buffles ayant été reconstitué et le besoin d'appareils de culture mécanique ne se faisant plus impérieusement sentir, le gouvernement néerlandais abandonna sa tentative.

En 1890, le *Comte de Asarta*, voulant utiliser la puissance d'un canal pour cultiver

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son domaine de Fraforeano (Frioul, Italie), fit établir une roue hydraulique de 20 chevaux actionnant une dynamo dont l'énergie était envoyée à une réceptrice montée en locomobile, et commandant, par courroie, un treuil du système Howard (1). — Une autre réceptrice actionnait diverses machines à la ferme, et cette dernière était éclairée à l'électricité ainsi que les rues du village voisin.

En octobre 1894, la maison *Zimmermann et C^ie^*, de Halle-sur-Saale (Saxe), expérimenta une charrue-toueuse. La charrue-balance portait une réceptrice actionnant une roue à empreintes qui se halait sur une chaîne calibrée disposée le long du rayage, et qui était retenue à chaque extrémité par des ancres placées sur les fourrières. La prise du courant de ce modèle laissait beaucoup à désirer ; la machine fut améliorée par un dispositif très ingénieux de trolley, que nous eûmes l'occasion d'étudier le 22 novembre 1896, lors des Démonstrations publiques de la charrue Zimmermann, organisées par M. A. Maguin, constructeur à Charmes (Aisne), sur l'exploitation de M. Landrin, à Bertaucourt-Epourdon.

En 1894, *M. Borsig*, constructeur à Berlin, combina un chariot pourvu de deux treuils actionnés par une réceptrice ; le système fonctionnait comme les locomotives à double-treuil (2) ; la stabilité du chariot-ancre, portant la poulie de renvoi, fut assurée par un dispositif imaginé par l'ingénieur *Fritz Brutschke*, de Charlottenburg. Le système Borsig fonctionna pratiquement en mai 1897 dans les terres très légères de Gross-Behnitz ; puis en 1898 à Klein-Wanzleben, et enfin sur le domaine royal du Silium.

En janvier 1895, *M. Félix Prat*, propriétaire à Enguibaud, par Saint-Paul-Cap-de-Joux (Tarn), commença ses labours de défoncements en vue de la reconstitution du vignoble avec un treuil électrique étudié par *M. P. Tailhades*, ingénieur de la maison Bonnet, de Toulouse. La génératrice était actionnée par une turbine de 20 à 30 chevaux installée dans un ancien moulin abandonné.

Vers la même époque un treuil pour défoncements fut employé par *M. Cureyras*, à Lamoricière (Algérie) ; la machine avait été construite sur les plans de *M. Bussière*, colonel du Génie.

A la fin de 1895, le système *Dollberg-Schuckert*, à deux treuils se mouvant chacun sur une fourrière, fut expérimenté près de Diedrichshagen. — Vers la même époque se placerait le système *Koërting*, de Koërtingsdorf, près de Hanovre.

La maison *Siemens et Halske*, de Berlin, qui avait continué les essais entrepris par Werner von Siemens en 1883 à l'instigation du gouvernement des Pays-Bas, reçut du Ministère de l'Agriculture de Prusse la commande d'un appareil, à deux treuils automobiles, destiné au domaine royal du Silium, où il s'agissait d'utiliser à tous les travaux de l'exploitation l'énergie fournie par un moteur hydraulique développant 40 chevaux. Un premier modèle fut livré à la fin de 1896 ; les essais officiels du second modèle eurent lieu dans les premiers jours d'octobre 1897.

A l'exposition de Hambourg, en 1897, figurait un treuil électrique présenté par l'association de la société *Union Elektricitats*, la C^ie^ *Thomson-Houston* d'Allemagne et la maison *Eckert*. La machine, avec moteur de 17-18 chevaux et un contrôleur Thomson lui donnant six vitesses, était analogue au treuil du colonel Bussière, mentionné précédemment.

(1) *Culture mécanique*, tome II, page 81.
(2) *Culture mécanique*, t. I, p. 65.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vers la même époque se place le système à deux treuils employé par *M. Förster* sur son domaine du Cloeden, en Allemagne ; la génératrice était actionnée par une machine à vapeur de la sucrerie.

Comme appareil de culture mécanique utilisant l'électricité, il n'y avait à l'Exposition universelle de Paris, en 1900, que le modèle de *M. Boghos Pacha Nubar*, dont nous avons déjà parlé (1) ; nous rappellerons sa machine d'essais de 1898.

En 1903, notre ancien élève, *M. H. P. Martin*, qui, sur nos conseils, s'occupait des applications agricoles de l'électricité, avait eu l'idée de reprendre le principe de la charrue Zimmermann, précitée, et d'y appliquer l'embrayage magnétique de Bovet, qu'on expérimentait alors sur un des toueurs de la Seine. Peu de temps après, son associé, *M. Amédée Petit*, étudiait le remplacement de la chaîne de touage par un câble faisant plusieurs tours sur deux poulies à plusieurs gorges, comme on en voit une application dans le tracteur Arion, de M. Georges Filtz (2).

A la fin de 1908, *MM. J. Fillet* et *Gustave Pereire* construisirent un appareil à deux treuils utilisant le courant triphasé ; les machines figurèrent au Concours général agricole de Paris de 1909 et furent ensuite soumises à des essais chez M. Louis Thomassin, dans sa belle exploitation du Puiseux, près de Pontoise.

En 1909, *M. Émile Lebert* mit en service à Villemarie, près d'Arcachon, un appareil à deux treuils électriques (3) qu'il avait fait construire sur ses indications.

Un appareil Fillet fut essayé en 1910 près de la gare de Mitry-Mory ; il fut ensuite transporté en Tunisie où il fonctionne depuis 1912 après diverses modifications apportées par *M. Maurice Cailloux* (4), sur le domaine que ce dernier possède au Koudiat, près de Souk-el-Khemis ; la génératrice est actionnée par une machine à vapeur surchauffée de 100 à 120 chevaux alimentée avec la paille récoltée sur la propriété.

En 1910 nous avons vu en construction, chez M. A. Bajac, un treuil pour labourage électrique étudié par *MM. Petit et Collard;* ce treuil était destiné à M. Decock, propriétaire à Bouffarick.

Dès la fin de 1913, à la demande de *M. Boulvin*, président du conseil d'administration des ateliers de constructions électriques de Jeumont (Nord), *M. Amédée Petit*, administrateur-directeur de la Société générale agricole, étudia un appareil à double treuil ; le matériel, qui est en ce moment en construction, doit être essayé à Jeumont en juillet 1914 et faire, en septembre suivant, 200 hectares de labours divers chez M. Busignies, à Nobescourt, par Roisel (Somme).

La nomenclature précédente est certainement incomplète. Tous les appareils électriques dont nous venons de parler fonctionnent bien pratiquement ; ils utilisent d'ailleurs du matériel déjà connu, et qui a fait ses preuves avec divers genres de moteurs auxquels il a suffi de substituer une réceptrice appropriée au courant dont on dispose.

Cela explique que l'arrêté du 31 janvier 1914, relatif aux *Expériences contrôlées*

(1) Page 509. Bulletin d'avril 1914.
(2) *Culture mécanique*, tome I, page 117.
(3) *Culture mécanique*, t. I, p. 33.
(4) *Culture mécanique*, t. II, p. 21.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Culture mécanique organisées par le Ministère de l'Agriculture (1), prévoit les appareils mus par l'électricité; il est à souhaiter que quelques matériels soient prêts en temps utile pour pouvoir prendre part à ces expériences officielles.

La culture mécanique à la ferme de Champagne.

Communications de MM. Louis Petit, H. Hitier, Eugène Pluchet et Marcel Vacher à la Société nationale d'Agriculture (2).

M. Louis Petit. — La terre arable à Champagne est composée de diluvium des plateaux, argilo-calcaire, sur une épaisseur d'environ 2 mètres, sans roches. La proportion d'argile augmentant avec la profondeur, il résulte, de l'approfondissement régulier et constant des labours, que cette terre est devenue progressivement de plus en plus compacte par l'incorporation de nouvelles parcelles d'argile dans la couche remuée par les instruments.

Lorsque le sol est mouillé, il tend à se comprimer sous la moindre pression, formant des blocs qui passent ensuite sans transition de l'état pâteux à l'état de véritables roches qu'il est presque impossible d'émietter ; seules de fortes gelées peuvent alors ramener les terres à leur état normal.

D'une façon générale, ces terres ont une fâcheuse tendance à passer brusquement de l'excès d'humidité à l'excès de sécheresse ; entre ces deux extrêmes se trouve un état intermédiaire de très courte durée (parfois quelques heures à peine) où le sol se façonne admirablement et avec une assez grande facilité. Malheur au novice qui attaque sa terre trop tôt ou trop tard ; il est de la plus haute importance de ne la travailler qu'au bon moment, mais alors très rapidement.

Lorsque la machine a fait son apparition à Champagne, les difficultés de main-d'œuvre avaient amené progressivement un très important retard dans l'exécution des travaux de culture ; aussi, de multiples façons parvenaient à peine à donner une préparation convenable au sol.

La dernière année où tous les travaux ne furent exécutés qu'avec les animaux, les labours profonds furent terminés le 26 mai, et les semis de betteraves le 1er juin. C'était le point culminant de la crise.

Depuis, avec la culture mécanique, chaque saison a vu s'accroître l'avance dans les travaux des champs.

L'appareil en service à Champagne est le tracteur-toueur Filtz (3) d'une force de 40 chevaux, appareil personnel dont l'emploi est strictement réservé aux travaux de l'exploitation. Ce fait m'a permis d'employer cette machine au mieux des nécessités culturales, sans avoir à faire intervenir aucune autre considération que sa meilleure utilisation.

(1) Page 358, Bulletin de mars 1914.
(2) Séance du 13 mai 1914.
(3) *Culture mécanique*, t. I, p. 117.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quel a été le cycle des travaux pendant les deux dernières campagnes.

Après la moisson, déchaumage rapide des 120 hectares de terre ayant porté des céréales.

Puis aussitôt tous les bœufs transportent dans les champs les fumiers disponibles, tandis que le tracteur effectue les labours pour betteraves à une profondeur de 30 à 33 centimètres avec enfouissement du fumier.

La charrue employée est un fort brabant-double Bajac à versoirs à claire-voie, retournant une raie de 37 à 40 centimètres de large. La vitesse d'avancement varie entre 6 et 7 kilomètres à l'heure, donnant un émiettement très intense du sol et un labour parfaitement nivelé, deux points très importants qui ne peuvent pas être obtenus avec la même perfection par les charrues ouvrant plusieurs raies à la fois.

Pendant les journées de septembre et du début d'octobre on fait une moyenne de 1 hectare 40 de labour par jour avec une équipe composée d'un mécanicien et de deux manœuvres : ce travail correspond, en surface, à celui de 3 charrues, 24 bœufs et 6 hommes.

De la sorte, à la mi-octobre tous les fumiers qui ont pu être menés dans les champs sont enfouis par un labour profond, sur à peu près la moitié de la sole de betteraves.

En octobre et novembre, alors que les animaux sont occupés aux arrachages et aux charrois de betteraves, le tracteur effectue les défrichements de luzerne et quelques labours à blé après betteraves.

Les labours pour avoine, soit une quarantaine d'hectares, sont exécutés fin novembre et courant de décembre à une profondeur de 25 centimètres à l'aide d'une charrue à deux raies qui prend 60 centimètres de largeur; pendant ces courtes journées, la surface ainsi travaillée par jour est en moyenne de 1 hectare 50.

C'est alors la saison des mauvais jours : pluie, neige, gelée; la terre est lourde, compacte, se travaille souvent mal.

Étant donnée la possibilité de disposer du tracteur à ma guise et la rapidité d'exécution des travaux, je préfère alors suspendre tout travail pour ne recommencer les derniers labours à betteraves qu'au moment où la terre est suffisamment saine et se laisse bien travailler : de la sorte plus de terres gâchées, plus jamais de ces bandes de labour qu'il fallait autrefois émietter à force de hersages et de roulages.

Les premiers hâles de mars font apparaître sur les labours effectués en septembre une légère croûte de terre lissée et glacée par les pluies; mais il est remarquable que sous cette croûte la terre a conservé, dans toute la profondeur du labour, son parfait ameublissement initial.

Les nombreuses critiques que le manque d'automobilité du tracteur-toueur avait soulevées à l'automne dernier, aux expériences de Grignon (1), ont amené M. Filtz à transformer sa machine en la rendant automobile pour les travaux légers, tout en conservant, sur le même appareil, le dispositif de touage pour les travaux profonds.

Cette heureuse modification a pu être obtenue sans augmentation sensible du poids de la machine qui n'atteint pas 1 700 kilogr.

Ce dernier printemps, la presque totalité des terres à betteraves a été préparée

(1) *Culture mécanique*, t. II, p. 163; page 365, Bulletin de mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec l'appareil automobile, remorquant un extirpateur piocheur-vibrateur Bajac (1) travaillant deux mètres de largeur (fig. 30); la vitesse d'avancement est de 6 à 7 kilomètres à l'heure. Un seul homme conduit le tracteur et peut extirper profondément un hectare de labour à l'heure.

Grâce à la vitesse, la violence avec laquelle l'extirpateur attaque le sol produit un effet de pulvérisation tout à fait remarquable qui permet de diminuer très nettement les dernières façons de préparation pour le semis des betteraves.

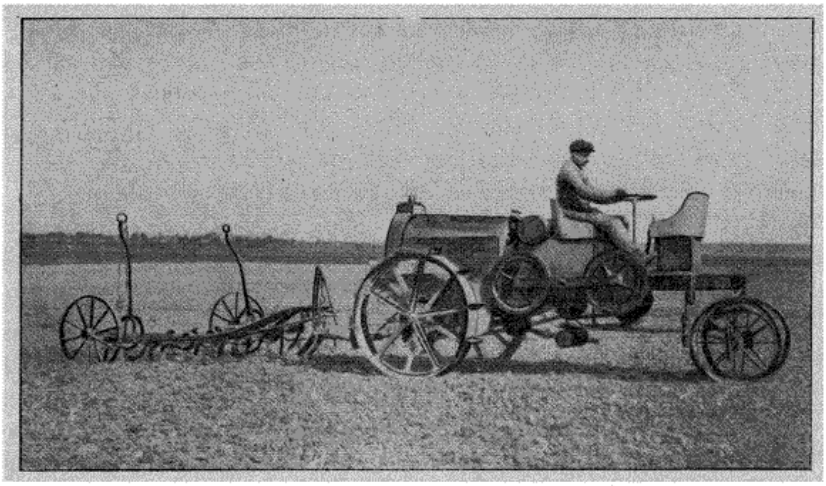


Fig. 30. — Tracteur Filtz.

Dans ces conditions, le tracteur fonctionnant par traction directe peut effectuer avec un seul homme par jour :

Fin août, 10 hectares de déchaumage;

En automne, 4 hectares de labour à blé;

Au printemps, 8 hectares d'extirpage sur labour;

Pendant la moisson l'appareil peut remorquer une moissonneuse-lieuse.

Le tracteur fonctionnant par touage sur câble peut effectuer avec 3 hommes les travaux les plus pénibles, ceux qui exigent le plus de force et dont le prix de revient normal, avec les animaux, n'est pas dépassé ni même atteint par la machine malgré les deux hommes supplémentaires employés.

Quelle répercussion la machine a-t-elle eue sur le cheptel de la ferme?

Autrefois, avec 32 bœufs de trait les travaux étaient bien souvent en retard; actuellement, avec 24 bœufs toutes les façons culturales peuvent être données au moment opportun.

Tous les travaux les plus pénibles sont faits par la machine (2); les bœufs n'exécutent plus comme labours profonds que ceux des fourrières ou de quelques petites

(1) *Culture mécanique*, t. I, fig. 17, p. 27.
(2) Comme en Haute-Garonne; *Culture mécanique*, t. II, p. 40.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièces dont la forme est par trop contraire à la bonne utilisation de la machine; seuls les travaux légers, hersages, roulages, labours légers, récolte des fourrages et charrois leur sont réservés, si bien qu'ils conservent constamment un parfait état de santé, et qu'à l'heure actuelle les bœufs de trait à Champagne présentent bien plutôt l'aspect d'animaux de rente. Combien dans ces conditions leur engraissement devient plus facile!

Mais d'ailleurs, grâce à la machine, tout ne devient-il pas plus facile? Pourquoi les ouvriers seraient-ils mécontents? Les travaux les plus pénibles se font aisément, rapidement; il y a un nouveau poste de choix dans la ferme que chacun s'efforce d'atteindre.

Et puis tout le monde sait si bien maintenant que le patron pourra toujours se tirer d'affaire, quel que soit le temps, que cela ne laisse plus germer dans les cervelles de mauvaises pensées et chasse bien des tentations.

Cette souplesse dans l'exploitation provoque maintenant cette exclamation chez beaucoup de ceux qui viennent à Champagne : « Ce sont des terres si faciles! » — Pour être juste, il faut ajouter : « Quand elles sont travaillées énergiquement et au moment opportun. » — Et cela, je crois pouvoir le dire très nettement, c'est le résultat de la culture mécanique.

***

M. Hitier. — J'ai eu le plaisir, comme tous les ans, d'aller, il y a quelques jours, avec les élèves de l'Institut agronomique, à Champagne; M. Louis Petit finissait de semer ses betteraves, et les premières faites allaient être démariées. J'ai été très vivement frappé de l'état dans lequel se trouvaient les terres, de leur ameublissement parfait, de la facilité avec laquelle s'y effectuaient les dernières façons de culture avant les semailles de betteraves.

Sans doute, de longue date, nous savons tous combien la belle ferme de Champagne a été admirablement cultivée par M. Louis Petit, par son père notre cher Président, et par son grand-père; mais, cette année, il y a tant de bonnes exploitations où les terres sont en mauvais état d'ameublissement que la situation actuelle de Champagne frappe encore davantage.

Nous visitions, en effet, quelques jours avant d'aller chez M. L. Petit, des fermes du rayon de Paris dans lesquelles, faute de bouviers, les labours pour betteraves n'avaient pu se faire à temps avant l'hiver; et, dans ces conditions, les agriculteurs de ces fermes s'étaient vus contraints d'effectuer des labours par temps de pluie en mars; les hâles et les vents froids et violents d'avril sont arrivés ensuite; les bandes de terre, mal retournées, se sont alors durcies à tel point qu'il était impossible de songer à faire entrer dans ces champs bœufs ou chevaux pour travailler la terre. Les agriculteurs se demandaient si jamais, même après les pluies, ils pourraient venir à bout de préparer ces terres pour les betteraves.

A Champagne, au contraire, M. L. Petit, disposant de son appareil personnel de labourage mécanique, a eu soin de ne prendre sa terre qu'au bon moment, et il a fait de l'excellent labour.

Ensuite, grâce à son même appareil, fonctionnant alors non plus par touage, mais rendu automobile et en tracteur direct tirant un cultivateur à dents flexibles, il a pu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travailler ces terres, déjà bien labourées, dans des conditions exceptionnelles de rapidité, d'ameublissement et d'effritement du sol.

Aussi le résultat obtenu a été tout à fait remarquable et nous ne croyons pas qu'on puisse trouver des terres en meilleur état pour recevoir la graine de betteraves que ne l'étaient celles de Champagne.

L'appareil si ingénieux de M. Filtz nous paraît donc en ce moment réaliser absolument les desiderata que recherche le grand agriculteur : il permet, fonctionnant par le procédé du touage, de faire les gros labours, et comme tracteur direct d'opérer les labours légers, les déchaumages, les façons superficielles, etc. Il permet surtout au cultivateur d'avoir son appareil personnel, qu'il utilise à son heure quand il juge le moment particulièrement opportun. Certes, je ne voudrais pas que l'on pût penser que je viens faire ici la critique des autres systèmes de culture mécanique.

D'autre part, il faut bien reconnaître que quand plusieurs agriculteurs s'associent pour avoir un appareil en commun, chacun d'eux ne peut conserver l'appareil à sa disposition qu'un nombre restreint de jours ; si, pendant la période qui lui est échue, le mauvais temps persiste, la pluie par exemple, l'agriculteur labourera quand même, et il risquera ainsi de faire du mauvais travail ; mais il ne peut pas attendre : à telle date, il doit mener l'appareil chez son voisin.

La solution du problème de la culture mécanique, réalisée à Champagne, est l'œuvre de la collaboration d'un ingénieur constructeur-mécanicien et d'un agriculteur. M. Louis Petit, il y a déjà plus de quatre ans, commençait sur sa ferme à essayer l'appareil de M. Filtz, constructeur à Juvisy ; depuis quatre ans, il n'a cessé de l'étudier de très près, de multiplier à son sujet les observations, d'indiquer à l'inventeur les perfectionnements que lui suggérait la pratique journalière, et M. Filtz, très habilement, apportait à son appareil les améliorations souhaitées.

De cette collaboration de l'usine et de la ferme est donc sorti le procédé de culture mécanique dont on peut constater à Champagne les très remarquables résultats.

***

M. Eugène Pluchet. — Je me joins à notre confrère M. Hitier pour dire combien actuellement le tracteur-toueur construit par M. Filtz nous semble approcher des desiderata des praticiens.

Lors des expériences officielles de culture mécanique à Trappes (1), à l'automne dernier, cet appareil avait attiré l'attention du jury par l'économie de sa consommation de carburant comparée à celle de tous les autres tracteurs ou charrues automobiles ; d'autre part, son poids relativement léger, 1 600 à 1 700 kilogrammes, tassant beaucoup moins la terre, la laissait dans un état beaucoup plus satisfaisant que les parcelles travaillées par les machines d'un poids parfois excessif, variant entre 5 et 10 tonnes. Les critiques faites à cette époque au tracteur Arion de M. Filtz consistaient dans l'irrégularité du labour provenant alors de la charrue employée, et également d'un personnel peu habile ; mais celle véritablement fondée consistait en ce que cette machine, n'étant pas automobile, nécessitait l'emploi d'animaux pour se transporter aussi bien sur route que d'un champ à un autre ; c'était un surcroît de dépenses et

(1) Page 359, Bulletin de mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une grande perte de temps. M. Filtz le comprit et, au lendemain des expériences, compléta son tracteur en le rendant automobile, puis, par des dispositions ingénieuses, en lui permettant d'être utilisé pour les labours légers et pour les façons de préparation des terres comme tracteur ordinaire sans secours de câble.

Le travail que nous avons vu faire à la ferme de Champagne par cet appareil transformé tirant un extirpateur à dents flexibles, atteint, nous ne craignons pas de le dire, la perfection : correspondant par la quantité à celui que produiraient au moins douze bœufs, mais bien supérieur en qualité, par suite de l'allure accélérée de sa marche, 7 kilomètres à l'heure, il divise le labour sur une profondeur de 15 à 18 centimètres, et mélange la masse de terre arable d'une façon bien plus complète que ne peut le faire le travail à l'allure lente des animaux ; la dépense en benzol était de 8 à 9 litres par hectare et un seul homme sur le tracteur suffisait pour opérer cette façon sur une surface de 7 hectares au moins par journée de 9 heures.

Hier, le tracteur-toueur labourait chez mon voisin, M. Gilbert, à la ferme du Manet, près de Trappes ; le travail, à une profondeur de 30 à 32 centimètres, était excellemment fait et, par la rapidité de la marche, présentait tous les avantages que je signalais dans les façons culturales faites à Champagne ; il produisit, dans une journée de 8 heures, 1 hectare 60, c'est-à-dire équivalait à ce que 18 bœufs pourraient labourer ; 2 hommes étaient occupés au déplacement des ancres, aux extrémités du champ, 1 conducteur sur le tracteur ; la consommation a été de 42 litres de benzol par hectare. Le prix de revient du travail, en comptant un prompt amortissement de la machine, est très inférieur au prix de revient de celui fourni par les moyens habituels.

Le prix du tracteur Filtz de 40 chevaux, muni de ses ancres et de ses câbles, pourra en permettre l'acquisition aux agriculteurs des grandes exploitations du Nord et de la région des environs de Paris qui songent à se servir de la culture mécanique ; il nous semble bien près de répondre à ce qu'ils peuvent désirer de réellement pratique.

Un autre avantage que je ne veux pas omettre de signaler consiste en ce que le tracteur peut utiliser l'outillage actuellement en usage dans nos fermes. C'est ainsi qu'hier on remplaçait, au Manet, les 6 bœufs attelés à un brabant-double Bajac, pour y atteler le tracteur-toueur de Filtz ; qu'à Champagne le piocheur-vibrateur était celui travaillant habituellement avec les animaux ; que, de même, les rouleaux croskill, actuellement en usage, peuvent continuer à servir, et que même M. Filtz compte bien cette année moissonner au tracteur direct avec une moissonneuse-lieuse ordinaire.

M. Filtz a eu la bonne fortune de trouver en M. Louis Petit un habile praticien qui l'a puissamment aidé à construire un appareil vraiment pratique, et la belle ferme de Champagne a été pour lui un merveilleux champ d'essais et d'expériences.

* * *

M. Marcel Vacher. — J'ai écouté avec toute l'attention qu'elle mérite la très intéressante communication de M. Louis Petit sur la culture mécanique.

Je l'ai écoutée avec une attention d'autant plus vive que j'appartiens à une région qui fournit la plus grande majorité des bœufs de travail achetés annuellement par les grandes fermes de la Beauce, de la Brie et du Nord. Chaque année, en effet, plus de 40 000 bœufs charolais sont achetés dans le Centre à destination des grandes fermes industrielles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos éleveurs se demandent donc, non sans une certaine angoisse, si la traction mécanique généralisée ne nuirait pas à leur élevage en diminuant d'une façon sensible le débouché de nos bœufs de trait.

A cette inquiétude légitime, M. Petit a répondu dans sa communication, en nous faisant entrevoir que, malgré les progrès de la traction mécanique, la nécessité du bœuf de trait ne cessait pas de s'imposer (1), d'abord pour certains labours que la traction mécanique ne pouvait aborder, et ensuite pour les travaux préparatoires ou complémentaires de charrois, hersages, scarifiages, etc.

Mais, dans ce cas, les bœufs étant soumis à une fatigue moins intense se conservent en meilleur état. Et alors que les bœufs appelés chaque jour aux travaux si pénibles du labourage deviennent, en fin de travaux, étiques, n'ayant plus que la peau sur les os, par la suite difficiles à reprendre et à engraisser, les bœufs de Champagne soumis à un effort beaucoup moins exténuant se maintiennent en parfait état de viande, toujours prêts à un engraissement rapide et lucratif.

Il résulte donc de ces observations que, non seulement nos éleveurs ne doivent pas s'effrayer des progrès de la culture mécanique, puisque les besoins en bœufs de trait se feront néanmoins toujours sentir, mais encore, — aperçu qui n'avait pas encore été envisagé, — que le consommateur y trouvera également son compte.

Ces bœufs, bien en viande, facilement engraissés, fourniront à la consommation un rendement sensiblement supérieur d'une viande de meilleure qualité que n'avaient coutume de donner les bœufs sucriers.

Et voilà comment le progrès de la culture mécanique se manifestera comme une amélioration dont chacun pourra tirer un meilleur profit.

J'ajouterai qu'alors même que la demande des bœufs de labour pourrait, dans l'avenir, diminuer, la quantité globale de bovins réclamés par les fermes industrielles n'en devrait pas être amoindrie, pour cette raison que la nécessité de consommation des résidus et des pulpes demeurera toujours la même, et qu'en outre il faut prévoir un plus grand besoin de fumier pour satisfaire aux exigences des labours plus profonds exécutés par la culture mécanique.

(1) *Culture mécanique*, t. I, p. 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Concours international de Tunis.

Ce concours (1), organisé par la Direction générale de l'Agriculture, a eu lieu pendant les premiers jours d'avril 1914 dans la plaine de Chaouat. Le règlement prévoyait des essais sans classement, et l'attribution de primes spéciales pouvant s'additionner pour chaque appareil ; ces primes ont été fixées de la façon suivante :

Prime.	Maximum de chaque prime.
	francs.
A. — A tout appareil se transportant par ses propres moyens sur les lieux du concours . .	100
B. — A tout appareil employant le pétrole ou tout autre combustible moins coûteux que l'essence minérale	150
C. — A tout appareil muni ou susceptible d'être muni d'une poulie pouvant actionner une machine par courroie	100
D. — A tout appareil ayant pris le départ à tous les essais	200
E. — Prime par jour de présence.	20

Dix-sept appareils ont effectué, d'un façon plus ou moins complète, les différents essais qui étaient demandés à tous les concurrents ; le Jury du Concours leur a attribué les primes ci-après :

Tracteurs :

	fr.
Big-Four (Emerson)	730
Caterpillar.	730
Mogul.	730
Ransomes.	730
Rumely.	730
Avery.	580
Case.	580
Titan	530
Chambellard.	200

Treuils :

Société Franco-Hongroise . . .	730

Charrues automobiles :

	fr.
D. K	580
Moto-aratrice	580
Stock.	580

Appareils à pièces travaillantes rotatives :

Xavier Charmes.	580
Motoculture française	260
Coupin (appareil d'essai). . . .	240

Bineuse automobile :

Bauche	380

Les primes les plus importantes ont été remportées par les tracteurs et par l'appareil à treuils; viennent ensuite les charrues automobiles et les appareils à pièces travaillantes rotatives.

Nous analyserons le Rapport du Concours dès qu'il sera publié, ainsi que le Congrès spécial de Tunis, organisé à l'occasion du Concours sous la présidence de M. de Carnières, président de la Chambre d'Agriculture du Nord de la Tunisie.

(1) *Culture mécanique*, t. II, p. 113-115.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 8 MAI 1914

Présidence de M. L. Lindet, *président.*

MM. Hitier et Toulon, *secrétaires,* dépouillent la correspondance et analysent les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. Toulon analyse les ouvrages suivants :

Manuel pratique de fonderie. Cuivre, bronze, aluminium, alliages divers, par M. J. Duponchelle, ancien directeur de fonderie;

Compte rendu du 43e Congrès des délégués et ingénieurs de l'Union internationale des Associations de Surveillance des Chaudières à vapeur, tenu à Moscou, les 3, 4 et 5 juillet 1913. Traduction française des mémoires en langue allemande par M. L. Descroix, ingénieur;

Installations électriques de force et lumière. Schémas de connexions, par M. Adr. Curchod, ingénieur, 3e éd.;

Rapport relatif à l'exécution de la loi du 31 mars 1898 sur les Unions professionnelles pendant les années 1908-1910. Office de l'Assurance et de la prévoyance sociales, Belgique;

Inventaire général des richesses d'art de la France, Paris. *Monuments civils.* Tome IV. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts;

Carrelages et faïences. Technique de la fabrication des carreaux de grès, par M. Gérard Mouliney;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Étude comparée de l'aération des classes de l'école modèle du village moderne à l'Exposition universelle et internationale de Gand 1913, par M. A. KNAPEN;

Recent technical Developments in the Cement Industry. Paper read before the annual meeting of the Association of German Portland Cement Manufacturers in February 1908 in Berlin, by POUL LARSEN;

Géométrie plane. Nouvelles méthodes de détermination de la vraie valeur de $\pi = \frac{Circonférence}{Diamètre}$. *Quelques propositions nouvelles sur la circonférence, la parabole et la spirale d'Archimède*, par M. E.-E. MARCHAND-BEY, Ingénieur A. et M.;

Étude des flammes des nébuleuses par la photographie et par le spectroscope. Conférence faite le 10 février 1914, à l'Association française pour l'Avancement des Sciences, par M. J. MEUNIER, chef des travaux chimiques à l'École centrale;

Statistique générale de la France. — Annuaire statistique, 32e vol., 1912.

M. HITIER analyse les ouvrages suivants :

Les petites industries rurales et leur évolution, par Mlle LOUISE ZEYS (Renvoyé au Comité d'Agriculture);

Les huiles essentielles, par M. E. GILDEMEISTER et FR. HOFFMANN, 2e éd. par M. E. GILDEMEISTER. Ouvrage publié sous les auspices de la Maison Schimmel et Cie. Traduction d'après la 2e éd. allemande par M. GUSTAVE LALOUE. Tome II;

Manuel théorique et pratique du peintre en bâtiments, à l'usage des apprentis, ouvriers et contremaîtres, architectes, vérificateurs, commis d'entreprise, entrepreneurs, etc., par M. E. DULIN, entrepreneur de peinture (Renvoyé au Comité des Constructions et Beaux-Arts);

Enquête sur la pêche maritime en Belgique. 2e partie : Étude sociale de la pêche maritime, par M. Robert VERMAUT, avocat, et M. CHARLES DE ZUTTERE, docteur en sciences administratives. Office du Travail de Belgique;

Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la chaussure. OFFICE DU TRAVAIL, Paris;

Anlagen der Königshofer Cement Fabrik, Actiengesellschaft in Königshof bei Beraun (Böhmen);

Comité linier de France. Concours linier de 1913. Départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Oise, de la Seine-Inférieure, de la Marne, de la Seine-et-Marne, des Côtes-du-Nord, du Finistère et de l'Eure. Liste des récompenses;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation (années 1901 à 1913), par M. Émile Saillard, directeur du Laboratoire du Syndicat des Fabricants de sucre ;

Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture. Congrès de l'Intérieur de la Ferme. Premiers soins à donner après les accidents. La petite pharmacie de la ferme. Rapport de M. le Dr Albert E. Le Play.

Sont admis comme membres de la Société :

M. Durand (Albert), la Chambre de Commerce de Marseille, et M. Gripon, qui ont été présentés dans la dernière séance.

Deux membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

M. Baudelot (Paul), industriel céramiste, président de l'Union syndicale des Fournisseurs du Bâtiment, 84, quai de la Rapée, à Paris, présenté par MM. Larivière et Lindet ;

M. Liénard (Albert), industriel, 158, rue de Rivoli, présenté par MM. Petitpont et Edmond Floquet.

M. Le Président annonce que, dans la séance en Comité secret qu'il vient de tenir, le Conseil d'Administration :

1° a accordé une subvention de 500 francs à l'Association française du Froid, demandée par le Comité d'Agriculture (rapporteur M. Tisserand) pour l'aider à faire des essais de conservation de denrées alimentaires dans un wagon au cours de l'été 1914 ;

2° a accordé une subvention de 400 francs à la Société anonyme « La machine en Taille-douce », demandée par le Comité des Arts mécaniques (rapporteur M. Masson) pour lui permettre d'achever la mise au point de sa machine à imprimer mécaniquement la carte de visite ;

3° a accordé un prix de 100 francs à la meilleure invention du Concours Lépine de 1914. Ce prix sera accompagné d'une médaille d'argent ou de bronze, au gré de la Société d'Encouragement, selon le mérite de l'invention ;

4° a approuvé la nomination de M. Salomon, membre du Comité des Arts mécaniques.

Le Comité de Commerce dans sa séance du 7 mai a désigné M. Jully, Inspecteur principal du Travail manuel dans les Écoles de la ville de Paris, pour étudier l'organisation de l'apprentissage en Suisse en vue de savoir dans quelle mesure l'industrie française pourrait s'en inspirer pour répondre à ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propres besoins. Une subvention de 2000 francs avait été allouée pour l'accomplissement de cette mission par le Conseil lors de sa réunion en Comité secret le 19 février 1914 (rapporteur M. Dupuis).

Le Conseil, qui vient de se réunir en Comité secret, ratifie cette désignation. Il convient d'ajouter que l'enquête sera faite en collaboration de M. Maurice Alfassa, membre de notre Comité du Commerce, trésorier de la Société de Protection des Apprentis, société que nous avons récompensée et qui a reçu elle-même des subventions de la Société d'Encouragement pour l'aider dans son œuvre si intéressante.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que les membres de la Société avaient été conviés à visiter le samedi 25 avril la station centrale que possède, à Saint-Denis, la Société d'Électricité de Paris.

Cette usine, qui est alimentée en charbon, directement par la Seine, qui possède des chaudières Babcock et Wilcox, des turbo-alternateurs Brown Boveri Parsons, est capable d'envoyer sur Paris 120000 chevaux-vapeur, qui sont utilisées par le Métropolitain, les tramways et les secteurs. Elle constitue donc un organe essentiel à la vie parisienne, le rouage moteur qui préside à notre activité journalière. Les visiteurs, au nombre de 65, ont été reçus et conduits par M. Nicoloni, directeur de l'usine, M. Joubard, ingénieur en chef, MM. Gosselin, Lafargue et Tisserand, ingénieurs. M. le Président adresse à ces Messieurs les remerciements du Conseil pour la peine qu'ils ont prise à mettre nos visiteurs au courant du fonctionnement de cette remarquable usine et à répondre à toutes les questions qu'ils leur ont posées.

M. PAUL VINCEY fait une communication sur l'*Épuration intégrale et permanente des eaux d'égout de Paris, par réglementation des cultures d'épandage.*

La loi du 10 juillet 1894 prescrit à la ville de Paris d'achever, dans un délai de cinq ans, les travaux nécessaires pour assurer l'épandage de la totalité de ses eaux d'égout. Or, la Seine n'a jamais été complètement débarrassée des eaux d'égout de la capitale. Les déversements illégaux au fleuve se sont, au contraire, régulièrement accrus, pour atteindre environ le tiers du débit des collecteurs parisiens, au cours de l'année 1913.

La ville de Paris dispose actuellement de 4 635 ha pour l'épandage de ses eaux d'égout, dont 1 564 ha de domaines municipaux et 3071 ha de terrains particuliers.

Par une réglementation méthodique des genres de culture et des irrigations, les conditions de l'épandage ont pu déjà être très notablement améliorées dans les domaines municipaux d'épuration.

La situation des terrains particuliers devient, au contraire, de moins en moins adéquate aux nécessités de l'assainissement de Paris et de la Seine. M. Paul Vincey

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

expose les conditions techniques dans lesquelles une réglementation des irrigations dans les terrains particuliers, complémentairement à celle déjà réalisée dans les domaines municipaux, pourra assurer l'assainissement intégral et permanent de la Seine, en ce qui concerne les eaux d'égout de la capitale.

M. LE PRÉSIDENT. — Depuis nombre d'années, notre collègue du Conseil, M. Vincey, s'est attaché au grave problème qui préoccupe justement les municipalités des grandes villes, quand elles ont en vue d'éliminer et de rendre inoffensifs les déchets que laisse la vie de leurs habitants. La ville de Paris a adopté celui des procédés qui sert le mieux les intérêts de l'agriculture et c'est en sa qualité de Directeur des Services agricoles du département de la Seine que M. Vincey a été appelé à faire profiter la Ville de son expérience et de ses travaux. Espérons qu'un jour, quand les idées que M. Vincey soutient et qu'il vient de nous exposer, seront adoptées, on ne parlera des eaux d'égout que comme d'un objet susceptible d'amener l'aisance chez ceux qui les emploient. Nous vous demanderons, mon cher Collègue, de nous donner votre communication avec ses graphiques pour notre Bulletin.

M. CLÉMENT fait en son nom et en celui de son collaborateur M. RIVIÈRE une communication sur *Les vernis et enduits à base d'acétate de cellulose.*

Dans une précédente communication, le conférencier a montré quelles étaient les applications de l'acétate de cellulose. Depuis ce temps la question des utilisations de ce produit a fait un grand pas, la pellicule ininflammable pour cinéma a reçu la sanction officielle et son emploi deviendra prochainement obligatoire dans les plus grandes villes de France.

Le conférencier revient dans sa communication sur toute une série d'applications très importantes : celle des vernis et enduits.

L'acétate de cellulose est soluble dans beaucoup de solvants organiques parmi lesquels il convient de distinguer le tétrachloréthane, liquide provenant des industries électrochimiques, solvant ininflammable et bon marché. Les dissolutions d'acétate de cellulose se préparent au malaxeur dans le tétrachloréthane alcoolique; elles sont ensuite filtrées au filtre-presse.

Par évaporation, elles fournissent des pellicules souples, transparentes, solides, imperméables et ininflammables. Entre autres applications, on les utilise pour remplacer la toile dans les aéroplanes et l'on a ainsi des aéroplanes invisibles à faible hauteur, dont le conférencier présente un modèle réduit. Les dissolutions sont appliquées dans une foule de cas qui sont étudiés : enduisage de toiles d'aéroplane, qui deviennent imperméables et plus résistantes, colorables à volonté ; fabrication des toiles souples pour dirigeables; apprêts sur étoffes et papiers; colles. On les utilise aussi au vernissage des cartes à jouer, des affiches, du linge dit lavable, des bouts de cigares. Une fort curieuse application est celle de la fabrication des perles artificielles, par incorporation d'écailles d'ablettes dans le vernis.

Citons encore le vernissage des poudres, la fabrication des étoffes irisées, une application en photogravure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les vernis sont des dissolutions étendues d'acétate de cellulose. Ils conviennent parfaitement comme protecteurs des métaux sur la surface desquels ils laissent une pellicule protectrice invisible. On a fait des sortes de peintures émail par incorporation de couleurs minérales. Ces vernis s'appliquent sur bois, et notamment aux hélices et châssis d'aéroplanes et d'hydro-aéroplanes. Ils conviennent comme parfaits isolants électriques sur les fils de cuivre dits émaillés.

On prépare de très jolies imitations de cuirs au moyen de l'acétate de cellulose dont les dissolutions contenant un plastifiant sont couchées sur des rouleaux de toile et gaufrées ensuite.

Enfin, de très bons cuirs vernis inaltérables ont été fabriqués au moyen des enduits d'acétate de cellulose.

Les conférenciers étudient ensuite un nouveau procédé de fabrication de caoutchouc factice à base d'acétate de cellulose et ses applications à la fabrication continue très rapide des toiles cirées.

Lieutenant-Colonel Renard. — J'attire d'une manière spéciale l'attention sur l'intérêt que les produits à l'acétate de cellulose présentent, au point de vue de l'aéronautique. M. Clément en a mentionné trois applications principales : l'enduit appliqué aux toiles des ailes d'aéroplanes; le remplacement de ces toiles par des pellicules transparentes; l'imperméabilisation des étoffes des ballons. La première de ces applications est entrée aujourd'hui dans la pratique courante; les deux autres ne sont encore que des espérances.

Ainsi que le disait fort bien M. Clément, les enduits à l'acétate de cellulose appliqués sur les étoffes d'aéroplane ont eu le double résultat de permettre les vols malgré la pluie, et d'augmenter le poli des surfaces et par suite de diminuer la résistance que l'aéronef éprouve à pénétrer dans l'air. Or, tout se tient en aviation : le moteur a une puissance limitée; si la résistance à l'avancement diminue, le moteur dépense moins d'énergie pour donner à l'appareil une vitesse déterminée; il en reste une part disponible qui peut servir soit à augmenter la vitesse, soit à enlever un poids plus considérable, soit à s'élever plus haut. En fait, il n'y a pas aujourd'hui un seul aéroplane où, sous les noms d'émaillite, de novavia, etc., on n'emploie les enduits dont on vient de nous parler.

Le remplacement des toiles d'aéroplanes par des pellicules transparentes serait très intéressant au point de vue militaire. M. Clément nous a présenté un petit modèle d'aéroplane ainsi construit; on a pu en voir un, en vraie grandeur, au stand de M. Moreau, au dernier Salon d'Aviation; je crois qu'il a volé, mais on en est, en tout cas, à la période des essais pour quelque temps encore.

Quant aux produits souples pour étoffes de dirigeables, c'est une question des plus intéressantes. A l'heure actuelle, il n'y a pas de bonnes étoffes à dirigeables : les vernis à l'huile de lin, l'imperméabilisation par des couches de caoutchouc ont des défauts graves; on ne sait pas si une étoffe sera bonne ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mauvaise; les meilleures s'altèrent en peu de temps. Si, grâce aux nouveaux produits dont on vient de nous entretenir d'une façon si intéressante, MM. Clément et Rivière arrivent à nous donner une étoffe à ballon satisfaisante, c'est-à-dire imperméable, souple et inaltérable, ils auront rendu à la navigation aérienne un service de premier ordre.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est en 1869 que Schutzenberger, ancien directeur de l'École municipale de Physique et de Chimie de la ville de Paris, préparait pour la première fois l'acétate de cellulose; il appartenait à deux élèves de cette École, MM. Clément et Rivière, d'étudier, quarante ans plus tard, ses multiples applications. Dans une touchante collaboration, faite des sentiments d'amitié que l'on contracte à l'école et des connaissances techniques que l'on y acquiert, ces deux jeunes gens ont créé des applications nouvelles ou perfectionné les applications anciennes de l'acéto-cellulose. Ils ont ainsi contribué à développer une industrie nouvelle et à assurer la sécurité de toutes les personnes qui se servaient des objets dont l'acéto-cellulose est le succédané. En remerciant MM. Clément et Rivière d'être venus nous exposer le résultat de leurs travaux, et compléter ainsi la communication qu'ils nous ont faite le 24 février 1913, je les prie de remettre une note qui sera examinée par le Comité compétent en vue de son insertion dans le Bulletin.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que les membres de la Société sont invités à visiter, le samedi 9 mai, à 15 h., l'École des Arts et Métiers de Paris.

La séance est levée à 22 h. 25 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 22 MAI 1914

Présidence de M. LINDET, *président*.

M. TOULON, *secrétaire*, dépouille la correspondance et analyse les ouvrages offerts à la Société ou acquis par elle depuis la dernière séance.

M. TOULON analyse les ouvrages suivants :

La valeur de la terre en France. Description des grandes régions agricoles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et viticoles. Prix et fermages des biens ruraux, par M. Pierre CAZIOT, Inspecteur principal du Crédit foncier de France;

Congrès de l'intérieur de la ferme, tenu à Paris, les 17, 18 et 19 février 1914. Publié au nom du Bureau, par M. J.-M. DE LAGORSSE, secrétaire général de la Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture;

Restauration des montagnes. Correction des torrents et reboisement, par M. E. THIÉRY, professeur à l'École nationale des Eaux et Forêts, 2e éd.;

Le commerce et l'industrie de la plume pour parure, par M. Edmond LEFÈVRE, Ingénieur E. C. P.;

Aide-mémoire de l'ingénieur-constructeur de béton armé, par M. Jean BRAIVE, Ingénieur des Arts et Manufactures;

Mes souvenirs, 1830-1914, par M. Auguste LALANCE (renvoyé au Comité de Commerce);

Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la thermodynamique, par M. F. MORITZ, ancien Ingénieur de la Marine.

Sont admis comme membres de la Société :

M. BAUDELOT (Paul) et M. LIÉNARD (Albert),

qui ont été présentés dans la dernière séance.

Cinq membres nouveaux sont présentés pour faire partie de la Société :

MM. GENEVET ET Cie, constructeurs d'appareils économiseurs, foyers, régulateurs, déshuileurs, 37, boulevard Malesherbes, Paris, présentés par MM. Lemaire et Lindet;

M. TRIQUET (Paul-Gabriel), Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris, 104, avenue des Champs-Élysées, présenté par MM. Nicolardot et Lacarrière;

MM. MICHELIN ET Cie, à Clermont-Ferrand, présentés par MM. Masson et Lindet et le capitaine Nicolardot;

M. BERGÈS (Pierre-Aristide), ingénieur civil, 16bis, rue Gasparin, à Lyon, présenté par MM. Lemaire et Rateau;

M. JOLIVET (Georges), industriel, inventeur des plaques antivibrantes, 4, place de la Chapelle, à Paris, présenté par MM. Auguste Moreau et Lindet.

M. LE PRÉSIDENT fait part du deuil qui frappe la Société, dans la personne d'un de ses membres et d'un de ses lauréats, M. **Héroult**, administrateur de la Société électro-métallurgique et directeur de l'usine de Lapraz. M. Henri

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gall, président de la Société des Ingénieurs civils, et membre de notre Comité des Arts chimiques, nous a offert de représenter la Société aux obsèques de notre savant collègue.

« Ce n'est pas sans une profonde stupeur que le monde métallurgique apprit, il y a quelques jours, la mort du célèbre électrométallurgiste Héroult. Né à Thury-Harcourt (Calvados), le 10 avril 1863, Héroult fit ses études à l'École d'Aix-la-Chapelle. Son nom restera attaché à deux découvertes de haut intérêt : la méthode actuelle de préparation de l'aluminium par électrolyse de l'alumine en solution dans la cryolithe fondue, et la création d'un four électrique à électrodes, actuellement le plus répandu dans le monde entier. Qu'il suffise d'indiquer que les plus grands fours, de 15 tonnes et plus, utilisés aux États-Unis, sont du système Héroult. Il avait acquis dans tous les pays, en Europe comme en Amérique, une très grande autorité.

En 1905, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale lui a décerné sa grande médaille à l'effigie de Lavoisier, celle-là même qui avait été remise à Osmond huit ans avant, associant ainsi dans une même pensée deux Français qui ont eu la plus grande influence sur notre métallurgie moderne. » (Note remise par M. Guillet.)

Des remerciements ont été adressés à la Société par M. Jully, l'Association française du Froid, la Société anonyme « La Machine en Taille-douce » et l'Association des petits Fabricants et Inventeurs français à qui des subventions ont été accordées par le Conseil d'Administration réuni en comité secret le 8 mai.

M. le Président rend compte de la visite que les membres de la Société, au nombre de trente, ont faite, le samedi 9 mai, à l'École des Arts et Métiers de Paris. Cette école, qui a été créée par le Conseil général de la Seine et la Ville de Paris, reçoit tous les ans cent élèves qui se destinent spécialement à l'industrie mécanique ; ils doivent y passer quatre années ; la date récente de l'ouverture de l'École fait que celle-ci ne compte encore que des élèves de 1re et de 2e année ; les locaux ont été prévus pour en recevoir le double. Contrairement à ce qui a lieu dans les autres écoles d'Arts et Métiers, les élèves sont externes et ne prennent, sur place, que le repas de midi. Ils ont deux cours théoriques, chaque jour ; le reste du temps est consacré au dessin et au travail de l'atelier ; nous avons parcouru avec satisfaction les ateliers vastes, bien aérés et bien éclairés, où deux cents jeunes gens, sous la direction et la surveillance de leurs chefs d'atelier, apprennent à forger, à modeler, à fondre et à ajuster. M. le Président remercie M. Corre, fondateur et directeur de l'École, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Jouglet, ingénieur, de l'amabilité qu'ils ont mise à guider nos visiteurs et à leur fournir de nombreuses explications.

M. Émilio Damour fait une communication sur *Les moyens d'économiser le combustible.*

M. Damour expose d'abord que, sous le titre très général « Des moyens d'économiser le combustible », il se propose en réalité de démontrer par des exemples vécus, empruntés à toutes les grandes industries, que l'on n'a pas assez en France le souci de l'économie de combustible et qu'il serait possible de s'y affranchir en grande partie du tribut écrasant (près de 400 millions de francs) payé à l'étranger.

A cet effet, il passe d'abord en revue les grandes industries : la métallurgie du fer avec ses trois étapes, hauts fourneaux, fours à acier, laminoirs, en montrant que, dans chaque branche, il serait possible de réduire la consommation de 10, 15 et parfois 30 p. 100; la verrerie où, les fours étant le plus souvent moins bien surveillés parce que la température est plus basse qu'en métallurgie, des économies de même importance ne sont pas impossibles; la céramique, où la prodigalité des industriels est plus grande encore, par suite d'une méconnaissance à peu près générale des conditions de la cuisson et de la dualité de la récupération presque toujours confondue et mal pratiquée; l'industrie de la production d'énergie électrique, où M. Damour regrette qu'un effort plus grand ne soit pas fait dans le sens de l'emploi des grands moteurs à explosion dont le rendement de 30 à 35 p. 100 (et même 40 p. 100 après récupération des chaleurs d'échappement) est incontestablement supérieur à celui des meilleures turbines et chaudières.

Laissant de côté la petite industrie dans laquelle la mauvaise utilisation du combustible s'explique et s'excuse bien souvent par un outillage moins bien tenu à jour que dans l'industrie à gros capitaux, M. Damour termine sa critique de l'utilisation du combustible par quelques exemples empruntés à l'industrie administrative ou municipale dans lesquelles la prodigalité est plus grande encore, tels que l'incinération des ordures ménagères ou l'industrie du gaz dans des régions qui pourraient s'alimenter de gaz de fours à coke.

En définitive M. Damour évalue à non moins de 15 p. 100 l'épargne totale de combustible qu'il serait possible de réaliser.

Il énumère ensuite rapidement les sources d'énergie calorifique trop incomplètement utilisées à l'heure actuelle, houille blanche et surtout résidus et déchets de houille qui atteignent dans les mines du Pas-de-Calais près de 10 p. 100 du carbone extrait. En totalisant ces nombres et en les rapprochant des chiffres de consommation et de production de l'année 1913, le conférencier en vient à affirmer que le déficit actuel de 32 p. 100 pourrait sans doute être ramené à 10 ou 15 p. 100; et si l'on tient compte du fait que les grandes industries des ports de Bayonne, Bordeaux, Nantes, Caen, Le Havre et Dunkerque sont des clients naturels et inévitables de l'Angleterre, l'auteur conclut que, pour le reste du pays, la situation houillère actuellement si préoccupante pourrait être grandement améliorée.

Quels sont les moyens d'atteindre ce but? L'auteur en propose trois :

Au point de vue technique, il convient de faire disparaître de la science du chauf-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fage l'erreur qui consiste à apprécier un combustible d'après son pouvoir calorifique seul et de substituer à cette valeur absolue, qui n'a que peu de signification pratique, la notion de *valeur d'usage* qui fait entrer en ligne de compte la température de combustion rapprochée de la température de régime, c'est-à-dire le résultat du bilan de la combustion dans chaque industrie.

Au point de vue pratique, M. Damour insiste sur la nécessité de surveiller étroitement les fours et les combustions et, s'adressant aux jeunes ingénieurs, il les conjure de consacrer à cette étude les débuts de leur carrière, d'apprendre à manœuvrer la pelle, le ringard et les registres des fours et surtout leur trousse d'ingénieur, composée du pyromètre et de la burette d'analyse des gaz.

Enfin, dans une question d'intérêt général, si l'on veut atteindre un résultat il faut un peu d'organisation et beaucoup de propagande, avec un rouage central analogue à ce qui existe pour les propriétaires d'appareils à vapeur. C'est pour cette organisation et cette propagande que l'auteur s'est adressé à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, pour résoudre un problème qui a un intérêt à la fois technique et national.

M. le Président. — M. Émilio Damour vient de soulever un problème auquel notre Société ne manquera pas de s'intéresser, et je m'engage à consulter les différents comités et à leur demander le procédé qu'il conviendrait de suivre pour appeler l'attention des industriels sur les pertes de charbon qu'ils font tous les jours. Je félicite M. Émilio Damour de s'être attaché à relever tout ces écarts de rendements qui existent dans différentes usines, pour un même travail ; les industriels en feront leur profit quand ses documents paraîtront dans notre Bulletin et lui en seront reconnaissants. Reconnaissants aussi seront nos arrière-neveux qui, quand le charbon viendra à manquer, nous reprocheront de l'avoir gaspillé dans nos usines, sur nos tramways et sur nos bateaux pour gagner de la vitesse, dans nos théâtres et dans nos magasins pour attirer la clientèle par une lumière aveuglante.

M. Léon Guillet fait ensuite une communication sur les *Nouvelles recherches sur les alliages de cuivre et de zinc.*

Après avoir rappelé les discordances qui existent dans les résultats publiés sur les propriétés mécaniques des alliages de cuivre et de zinc et les beaux travaux de M. Charpy, M. Guillet montre comment il a été conduit à reprendre la question pour expliquer certaines anomalies.

Il examine d'abord à un point de vue général les relations qui existent entre les diagrammes d'alliages binaires et leurs propriétés, notamment dans les zones à deux constituants.

Il rappelle comparativement la constitution des alliages cuivre-nickel, cuivre-zinc, cuivre-étain, cuivre-aluminium, d'après les travaux les plus récents et leurs propriétés mécaniques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Entrant dans le détail de ses nouvelles recherches, M. Guillet insiste sur le mode de préparation et la pureté des produits utilisés. Puis il donne sucessivement les résultats qu'il a obtenus :

1° Sur métal recuit : le maximum de la charge de rupture est une anomalie due à une mauvaise cassure des éprouvettes ; le maximum des allongements est probablement dû à la présence d'un peu de β apparent ; il y a une relation étroite entre la charge de rupture R et la dureté Δ : $R = 0{,}50\ \Delta$; la fragilité n'apparaît qu'à Cu : 58 ;

2° Sur métal brut de laminage : l'opération à froid affecte d'autant plus le métal que ses allongements sont plus élevés, sa limite élastique plus basse ;

3° Sur métal laminé à froid et à chaud : les propriétés mécaniques après recuit sont sensiblement les mêmes ; la structure est un peu différente. Enfin l'influence de la trempe est étudiée sommairement et l'on cherche à expliquer les fentes qui se produisent fréquemment dans les objets en laiton embouti.

Après avoir résumé ses conclusions industrielles, M. Guillet attire l'attention sur les dangers d'utiliser, pour l'emboutissage, des laitons renfermant moins de 72 p. 100 de cuivre et fait bien remarquer que les produits employés dans ses recherches ne sauraient, à cause de leur très grande pureté, servir de bases à des cahiers des charges. Il termine en montrant l'intérêt des laitons ordinaires et spéciaux dans les diverses branches de l'industrie.

M. LE PRÉSIDENT. — Ces intéressantes recherches que notre savant collègue, M. Guillet, vient de vous exposer, ont pu vous paraître, au début, un peu théoriques et spéculatives ; mais M. Guillet vient de vous montrer que, seules, elles peuvent déterminer l'adaptation des différents laitons aux usages que l'on a en vue ; et ces usages, spécialement celui de la cartoucherie de guerre, ont tant d'importance que l'on ne saurait trop consacrer de temps aux recherches qui en assurent la perpétuité. Nous devons féliciter aussi les établissements métallurgiques, les grands industriels qui patronnent d'aussi belles recherches scientifiques, et mettent le savant à l'abri des soucis matériels du travail. Nous serons toujours fiers d'insérer dans notre Bulletin des mémoires de science industrielle, tels que ceux apportés ici par M. Guillet et par ses collaborateurs.

La séance est levée à 22 h. 35 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Le moteur humain, par M. J. Amar. (Prix : 12,50 f). Paris, Dunod et Pinat, éditeurs, 1914.

L'ouvrage de M. Amar arrive au moment psychologique où il peut rendre les plus grands services. De toute part on se préoccupe aujourd'hui du travail ouvrier; les pouvoirs publics attachent une importance de jour en jour croissante aux préoccupations sociales; les industriels en lutte avec la concurrence étrangère doivent concentrer leurs efforts vers l'accroissement du rendement de la main-d'œuvre. Dans les deux cas, le facteur dominateur à prendre en considération est la fatigue de l'ouvrier; il faut la réduire pour assurer, au point de vue social, une existence plus douce à l'ouvrier; il faut la réduire, au point de vue économique, pour augmenter ses capacités de production. Toute dépense inutile de force doit être proscrite.

On ne peut cependant éviter des tentatives infructueuses ou même contraires au but poursuivi, qu'à la condition de posséder critérium pour s'assurer que le résultat cherché, la diminution de la fatigue a bien été obtenu; des mesures précises permettent seules d'en acquérir la certitude. Depuis longtemps, on mesure dans tous les ateliers la fatigue des machines, leur usure, leur consommation de charbon et d'huile, c'est-à-dire les éléments de leur alimentation et de leur vie; il est nécessaire d'en faire aujourd'hui autant pour le moteur animé, pour l'homme. Mais ici le problème expérimental est bien plus délicat; nous ne possédons pas encore de méthodes de mesure d'une précision assurée. Les physiologistes étudient le problème; M. J. Amar, qui a personnellement apporté une large contribution à ces études, s'est proposé de résumer dans son volume l'état actuel de la question. C'est la mise au point des méthodes actuellement employées pour étudier le mécanisme et le fonctionnement de la machine humaine.

Après avoir, dans un premier chapitre, rappelé les principes essentiels de la mécanique rationnelle, il en fait l'application aux membres de l'homme, c'est-à-dire aux différentes pièces mécaniques de la machine; il étudie tout particulièrement le rôle des muscles et des os. Un second chapitre rappelle les conditions de transformation de l'énergie calorifique chimique en travail mécanique; comme la machine à vapeur, l'organisme humain brûle un combustible approprié : les aliments. De nombreux documents ont déjà été réunis par les physiologistes au sujet de l'énergie disponible, soit pour produire le travail, soit pour subvenir aux pertes du corps par rayonnement et entretenir la température la plus favorable au bon fonctionnement de la machine. Enfin, les derniers chapitres résument les recherches très intéressantes, mais malheureusement encore trop rares, faites sur le développement du travail humain. L'auteur de ce volume rappelle quelques-unes des études particulièrement importantes qu'il a eu l'occasion d'effectuer sur ce sujet délicat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet ouvrage intéressera les physiologistes qui y trouveront clairement résumée la technique indispensable pour leurs travaux; les industriels qui verront comment se pose, au point de vue physiologique, la question du travail ouvrier, et, tout particulièrement les inspecteurs du travail qui y trouveront un guide utile pour les études dont ils peuvent être chargés.

H. LE CHATELIER.

Traité de physique, par M. O. D. CHWOLSON. Traduit sur les éditions russes et allemandes par M. E. DAVAUX. Édition revue et considérablement augmentée par l'auteur. Tome V, 1er fasc. : **Champ magnétique variable**. Paris, A. Hermann et Fils, 1914. (Prix : 9 f).

En suite à ce que nous disions dans la Bibliographie de décembre 1911, et dans celle de décembre 1913, de ce Traité, classé aujourd'hui comme ouvrage magistral, nous nous bornerons ici à indiquer que les matières traitées dans ce nouveau fascicule sont : l'induction, la théorie de Maxwell, les fondements de la théorie électronique, le principe de relativité. Chacun de ces chapitres est accompagné d'une bibliographie très riche.

La cémentation de l'acier, par M. FRÉDÉRIC GIOLITTI. Traduction française par M. ALBERT PORTEVIN. In-8 de 548 p. avec 155 fig. Paris, A. Hermann et Fils, 6, rue de la Sorbonne, 1914. (Prix : 16 f).

L'ouvrage de M. le Dr Frédéric Giolitti, professeur au Regio Politecnico de Turin, a été présenté à nos collègues dans le bulletin d'octobre 1912 (p. 341). Nous y disions qu'il constitue un traité magistral de la cémentation et un exposé extrêmement développé des travaux théoriques et pratiques qu'elle a inspirés depuis un siècle, c'est-à-dire des recherches scientifiques effectuées jusqu'à ce jour sur la cémentation de l'acier, des données dont on peut disposer aujourd'hui en vue de l'application technique rationnelle des divers procédés, enfin des procédés eux-mêmes à adopter dans des cas particuliers et des moyens de constater les résultats obtenus. Comme l'auteur a choisi les appareils et les procédés qu'il avait eu l'occasion d'expérimenter personnellement, l'on voit l'intérêt exceptionnel qu'un pareil ouvrage présente. Aussi devons-nous une grande obligation à notre collègue M. Albert Portevin, chef des travaux de métallurgie à l'École Centrale, pour nous avoir donné une traduction française qui rende plus facilement accessible à tous la lecture de cet excellent ouvrage.

JULES GARÇON.

Manuel pratique de fonderie. *Cuivre, bronze, aluminium, alliages divers*, par M. J. DUPONCHELLE, ancien directeur de fonderie. In-8 de XVI-258 p. avec 201 fig. (Prix : 6 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat. 47 et 49, quai des Grands-Augustins.

Plusieurs traités de fonderie ont été publiés depuis quelques années. L'ouvrage de M. Duponchelle est conçu en vue de l'instruction spéciale des Écoles industrielles et professionnelles, autant que pour les patrons fondeurs et ouvriers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aide-Mémoire de l'ingénieur-constructeur de béton armé, par M. JEAN BRAIVE, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec préface de A. MESNAGER, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. In-8 de x-388 p., fig. (Prix : 15 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat.

L'*Aide-Mémoire de l'Ingénieur-Constructeur de béton armé* tient compte des méthodes et enseignements les plus récents ; il est conçu sous une forme toute nouvelle ayant pour but de faciliter aux ingénieurs et industriels la recherche des renseignements qui deviennent de plus en plus complexes au fur et à mesure que le béton armé se développe et que la théorie se précise. On s'est donc attaché à grouper judicieusement les choses et à les répertorier soigneusement dans une table analytique et une table alphabétique très complètes.

L'ouvrage est divisé en 6 parties :

1. *Formules générales de mathématiques.*

2. *Principes généraux :* Cette partie renferme la description des éléments constitutifs du béton armé.

3. *Circulaire ministérielle française,* rapports de la commission présidée par M. Maurice Lévy, avis du Conseil général des Ponts et Chaussées, circulaire du 29 août 1891, sur les ponts métalliques.

4. *Éléments de calculs :* Cette partie renferme un résumé des formules usitées en résistance des matériaux, avec leur applications spéciale au béton armé. Ces formules sont établies pour les hourdis, poutres, poteaux, semelles, voûtes, murs de soutènement, silos, cheminées, réservoirs, etc.

5. *Exemples de calculs :* Cette partie renferme les calculs entièrement effectués d'un certain nombre d'ouvrages exécutés et en service. Les exemples sont choisis de manière à comprendre la résolution des cas le plus généralement rencontrés.

6. *Vocabulaire en cinq langues.*

Installations électriques de force et lumière, *Schémas de connexions*, par M. ADR. CURCHOD, ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'Électricité, 3e éd. In-8 de VIII-222 p. contenant 80 pl. (Prix : 9 f). Paris, H. Dunod et E. Pinat.

La rapidité avec laquelle s'est écoulée la seconde édition du livre de M. Curchod oblige l'auteur à présenter une nouvelle édition, qui comporte de nouveaux schémas.

Sur deux nouvelles planches sont résumées les dispositions adoptées pour la protection des lignes contre les surtensions ; les appareils envisagés sont des condensateurs qui tendent de plus en plus à remplacer les parafoudres à corne. Les trois dernières planches sont relatives à l'utilisation du volant pour l'équilibrage de la charge et au montage Léonard, si fréquemment adopté pour le réglage de la vitesse des moteurs à courant continu.

Rappelons que l'ouvrage de M. A. Curchod est un ouvrage de praticien, et fait pour les praticiens.

Compte rendu du Congrès de l'Intérieur de la Ferme, tenu à Paris, les 17, 18 et 19 février 1914, publié au nom du Bureau, par M. J.-M. DE LAGORSSE, secrétaire général du Congrès. (Prix : 4 f). Paris, Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture, 5, avenue de l'Opéra.

De tous les maux dont souffre l'agriculture, un des plus graves est l'abandon des campagnes. Que faire pour l'enrayer et pour préparer le retour à la terre ? De toutes parts, les Associations agricoles rivalisent de zèle dans ce but. Il a paru à la Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture que l'on n'a pas songé suffisamment, jusqu'ici, à ce que peut être le rôle de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

femme dans cette renaissance de la première de nos industries. Et cependant, la femme n'est-elle pas, pour le cultivateur, la meilleure et la plus dévouée des collaboratrices? N'est-ce pas elle dont un moraliste célèbre a pu dire que sa gaîté adoucit les peines et les tristesses de l'homme?

« Au cours de nos voyages en France, dit M. de Lagorsse dans la préface du Compte rendu du Congrès, particulièrement pendant ces dernières années, il nous a été donné de constater les progrès faits par les productions diverses de l'intérieur de la ferme : lait et ses dérivés, légumes et fruits, volailles, œufs, miel, lapins, etc., etc. C'est ce qui nous a suggéré l'idée de tenir un congrès spécial ayant trait à cet intérieur qui est le domaine de la femme. Il était, dès lors, indispensable de l'associer à nos travaux. De là ce premier congrès mixte que notre Société a inauguré en France. »

Voici les rapports insérés dans le compte rendu :

Tableau d'une ferme négligée et mal tenue et d'une ferme bien aménagée (M. Tisserand); — Importance du rôle de la femme en agriculture, au point de vue moral et social (M. Riverain); — L'enseignement ménager agricole (Mme Babet-Charton); — L'enseignement ménager et ménager agricole à l'École primaire (Mlle Limborg); — Dix ans d'enseignement ménager agricole (M. Thiry); — L'enseignement ménager en Angleterre et en Écosse (Mlle Jeanne Morin); — Les cercles de fermières (Mme Odette Bussard); — Cercle des fermières de la Somme (M. Pierre Renault); — L'hygiène de la famille; — La comptabilité rurale (Mme de Lavaur de Laboisse); — Premiers soins à donner après les accidents; — La petite pharmacie de la ferme (M. le docteur Albert E. Le Play); — Les travaux agricoles féminins en Dordogne (M. Lecomte); — La laiterie à la ferme (Mme Montoux); — Les concours d'étables (M. Cassez); — L'élevage du porc (M. Montoux); — L'élevage de la volaille (M. Rodillon); — La production de la volaille dans la Sarthe (M. Régnier); — Production de la volaille dans l'Eure (M. Bourgne) : — L'élevage de la volaille dans le Massif central (M. le docteur Granier); — Utilisation et industrialisation des sous-produits de la basse-cour (Mme Jeanne Percheron, Mlle Maraval); — L'élevage du lapin à fourrure (Mlle Lemarié, M. Thorillon, Mlle Maraval, M. Canard); — État de l'apiculture en France et moyens propres à la développer (M. R. Hommell); — L'apiculture nivernaise (M. François Caquet); — L'enseignement horticole féminin (Mlle Maraval); — Les jardins ouvriers à la campagne et l'apprentissage du jardinage (M. l'Abbé Lemire, M. J. Curé); — La chambre de l'hôte à la ferme (M. le Prince Pierre d'Arenberg); — L'emploi des moteurs à explosion dans les fermes (M. du Bousquet); — La vente des produits de la ferme et l'éducation commerciale de la fermière (M. Poher); — Les petites industries complémentaires de la vie rurale (M. et Mme Tardy); — Les arbres de la ferme (M. Descombes).

Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation (1901-1903), par M. SAILLARD, professeur à l'École nationale des Industries agricoles, Directeur du Laboratoire du Syndicat des Fabricants de sucre de France.

Des essais hebdomadaires ont été faits, chaque année depuis 1901, au Laboratoire du Syndicat des Fabricants de sucre, pour suivre le développement de la récolte de betteraves à sucre. Quinze fermes, situées sur les divers points de la région betteravière française, y ont prêté leur concours.

Les résultats ainsi obtenus depuis 1901 et surtout de 1903 à 1913 sont résumés en des tableaux avec moyennes qui donnent lieu à quelques observations générales fort intéressantes de l'auteur.

C'est dans le commencement de septembre que la quantité de pluie tombée a été la plus élevée.

Il y a environ 48 heures de soleil par semaine en août et 38 heures en septembre.

La température moyenne (jour et nuit) se maintient à peu près constante en août, elle baisse ensuite; elle varie de 18,8 à 13.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nombre de pieds par hectare est d'environ 71 000.

A partir du 20 septembre, le poids de la racine décolletée dépasse le poids des feuilles et collets et continue à croître.

La quantité de sucre élaborée, par betterave et par semaine, va en croissant jusque dans les premiers jours de septembre, pour atteindre un maximum de 8 g; elle va ensuite en diminuant jusqu'à la fin de la végétation. Il en est de même de la quantité de sucre élaborée par semaine et par hectare; et cette élaboration se continue en octobre et novembre.

Pendant la végétation, l'acidité de la betterave diminue; la somme (sucre p. 100 + eau p. 100) reste à peu près constante pour une même année.

Les betteraves contiennent plus d'azote dans les années sèches.

La pureté du jus de la betterave, la quantité de sucre qu'elle contient pour 1 de densité-Régie, la proportion d'azote albuminoïde pour 100 d'azote total (l'azote albuminoïde est éliminé pendant l'épuration industrielle) vont en augmentant pendant la végétation. Quand il n'y a rien qui s'y oppose, il y a donc intérêt pour le cultivateur et pour le fabricant à retarder la période des arrachages.

Ce mémoire constitue un travail considérable qui ne peut manquer de retenir l'attention de ceux qui s'intéressent à la culture de la betterave à sucre et à l'industrie sucrière. Il permettra de comparer l'année en cours à l'année moyenne.

La valeur de la terre en France; description des grandes régions agricoles et viticoles; prix et fermages des biens ruraux, par M. P. Caziot, Inspecteur principal du Crédit foncier de France. In-18 de 450 p., avec 88 fig. et 15 cartes. (Prix : 6 f). Paris, J.-B. Baillière et fils.

Cet ouvrage s'adresse non seulement à ceux qui s'intéressent aux sciences économiques, mais aussi, et dans une plus large mesure encore, à tous ceux qui, par nécessité professionnelle, ont à s'occuper de la propriété rurale : notaires, experts, propriétaires, fermiers...

Ce sujet si vaste et si complexe a été traité par un praticien, fils d'agriculteur et mêlé depuis de longues années à tous les détails de la vie rurale.

Il ne s'agit point d'une étude économique limitée à des généralités, mais du résultat des observations recueillies par l'auteur pendant quinze années d'expertises dans toutes les régions de la France.

La première partie du livre (90 pages) est une étude d'ensemble de la valeur de la propriété rurale en France et des phénomènes économiques qui agissent sur cette valeur.

La deuxième partie (400 pages) se rapporte à la valeur de la terre dans les régions agricoles et viticoles françaises. M. Caziot adopte pour cette étude, non pas les divisions administratives qui ne correspondent à rien de réel, mais les *régions naturelles* ou « *pays* », tirées des entrailles mêmes du sol et que les usages locaux n'ont jamais cessé de maintenir : Flandre, Beauce, Brie, Sologne, Limagne, etc.

Pour rendre son étude plus claire et plus facile à suivre, 13 cartes établies spécialement par l'auteur et indiquant la situation de chacune de ces régions naturelles, ont été annexées au texte. De nombreuses photogravures fixent le lecteur sur l'aspect général de ces régions.

Dans chaque « *pays* », l'auteur précise la nature du sol, la constitution terrienne, la situation immobilière, les fermages, les prix les plus habituellement pratiqués et les tendances de ces prix.

De nombreuses ventes d'immeubles donnent à tout cela un caractère de précision qu'il est difficile de pousser plus loin.

Ce livre, rempli d'observations intéressantes prises sur le vif, évite l'aridité décevante de la plupart des ouvrages de cette nature et il est susceptible d'intéresser le grand public tout autant que le monde agricole.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MAI 1914

ZEYS (LOUISE). — **Les petites industries rurales et leur évolution.** In-12 (19 × 12) de VIII-288 p. Paris, Bloud et Gay. **15269**

CURCHOD (ADR.). — **Installations électriques de force et lumière.** Schémas de connexions. 3e éd. In-8 (25 × 16) de VIII-222 p., LXXX pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15270**

OFFICE DU TRAVAIL, PARIS. — **Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la chaussure.** In-8 (23 × 15) de X-353 p. Paris, Imprimerie nationale, 1914. **15271**

UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS DE SURVEILLANCE DES CHAUDIÈRES A VAPEUR. — **Compte rendu du 43e Congrès des délégués et ingénieurs, tenu à Moscou les 3, 4 et 5 juillet 1913.** Traduction française des mémoires en langue allemande, par L. DESCROIX. In-8 (24 × 16) de IV-240 p. XV pl., Paris, H. Dunod et E. Pinat. **15272**

MORITZ (F.). — **Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la thermodynamique.** In-8 (25 × 16) de VI-297 p., 113 fig., I pl. Paris, Gauthier-Villars. **15273**

LEFÈVRE (EDMOND). — **Le commerce et l'industrie de la plume pour parure.** In-4 (29 × 19) de XIV-363 p., fig. Paris, chez l'auteur, 101, rue de Prony, 1914. **15274**

SOCIÉTÉ NATIONALE D'ENCOURAGEMENT A L'AGRICULTURE. — **Congrès de l'Intérieur de la Ferme**, tenu à Paris les 17, 18 et 19 février 1914. Publié au nom du Bureau par J.-M. DE LAGORSSE, Secrétaire Général de la Société. In-8 (24 × 16) de 333 p. Paris, 5, avenue de l'Opéra, 1914. **15275**

BRAIVE (JEAN). — **Aide-mémoire de l'ingénieur-constructeur de béton armé.** In-8 (21 × 14) de XIV-387 p., fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15276**

THIÉRY (E.). — **Restauration des montagnes. Correction des torrents et reboisements.** (Encyclopédie des travaux publics). 2e éd. In-8 (25 × 16) de 480 p., 122 fig. Paris, Ch. Béranger, 1914. **15277**

CAZIOT (PIERRE). — **La valeur de la terre en France.** (Encyclopédie agricole), de VIII-450 p., 88 fig. 15 cartes, Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1914. **15278**

LALANCE (AUGUSTE). — **Mes souvenirs. 1830-1914.** In-8 (25 × 16) de XVI-77 p. Paris, Berger-Levrault, 1914. **15279**

BERTIN (L.-E.). — **La marine moderne.** Ancienne histoire et questions neuves, 2e éd. In-12 (19 × 12) de 388 p., 66 fig. Paris, Ernest Flammarion, 1914. **15280**

BOESNER (FRITZ ADOLF). — **Aus Theorie und Praxis des Riementriebes.** In-4 (28 × 18) de 75 p., 17 fig., VII pl. Berlin, A. Seydel, 1914. **15281**

ESGARD (JEAN). — **Les pierres précieuses.** In-4 (28 × 22) de XXVIII-520 p., 372 fig., XXIV pl. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15282**

TAYLOR (F. W.) ET THOMPSON (S. E.). — **Pratique de la construction en béton et mortier de ciment armés on non armés,** avec établissement rationnel des prix de revient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Traduit et adapté par M. DARRAS. In-8 (25 × 16) de XXIII-720 p., 142 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **15283**

***

KNAPEN (A.). — **Étude comparée de l'aération des classes de l'école modèle du village moderne à l'Exposition universelle et internationale de Gand 1913** (*l'Ingénieur-Constructeur*, mars 1914, 32 p., fig.). **Pièce 12101**

Recent technical Developments in the Cement Industry. Paper read before the annual meeting of the Association of German Portland cement manufacturers in february 1908 in Berlin, by POUL LARSEN. In-8 de 48 p., fig. Copenhagen, 1908. **Pièce 12102**

Anlagen der Königshofer Cement- Fabrik, Actiengesellschaft in Königshof bei Beraun (Böhmen) In-8 de 48 p., fig., IX pl. Copenhagen, 1913. **Pièce 12103**

COMITÉ LINIER DE FRANCE. — **Concours linier de 1913,** Départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Oise, de la Seine-Inférieure, de la Marne, de la Seine-et-Marne, des Côtes-du-Nord, du Finistère et de l'Eure. **Liste des récompenses.** In-8 de 31 p. Lille, G. Dubar et Cie, 1914. **Pièce 12104**

SAILLARD (ÉMILE). — **Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation.** (Années 1901 à 1913). In-8 de 17 p. Paris, 1914. **Pièce 12105**

MARCHAND BEY (E. E.). — **Géométrie plane. Nouvelles méthodes de détermination de la vraie valeur de** $\pi = \frac{\text{Circonférence.}}{\text{Diamètre.}}$ **Quelques propositions nouvelles sur la circonférence, la parabole et la spirale d'Archimède.** In-8 de 36 p., 13 fig. Chatou, chez l'auteur, 13, avenue de Vaucelles. **Pièce 12106**

MEUNIER (J.). — **Étude des flammes des nébuleuses par la photographie et par le spectroscope.** Conférence faite le 10 février 1914 à l'Association française pour l'avancement des sciences. (*Revue scientifique*, 28 mars 1914, 26 p., 5 fig.). **Pièce 12107**

SOCIÉTÉ NATIONALE D'ENCOURAGEMENT A L'AGRICULTURE. — **Congrès de l'intérieur de la ferme. Premiers soins à donner après les accidents. La petite pharmacie de la ferme.** Rapport de M. le Dr ALBERT E. LE PLAY. In-8 de 29 p. Paris, 5, avenue de l'Opéra, 1914. **Pièce 12108**

BOULANGER (HENRI). — **Moyens pratiques d'améliorer la préparation des peaux de buffles expédiées des colonies.** (Extrait du « Bulletin de l'Office colonial »). In-8 de 14 p., XXVI pl. Melun, Imprimerie administrative, 1914. **Pièce 12109**

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE. — **Matériel roulant exposé par la Compagnie à l'Exposition internationale de Lyon 1914.** In-4 de 41 p., fig., XXI pl. **Pièce 12110**

***

ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — **Journal and Proceedings.** Vol. XLVII, part I (1913). **Pér. 29**

LIBRARY OF CONGRESS. — **Report,** 1913. Washington. **Pér. 350**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, tenu à Grenoble en 1913** (Section des Sciences). Paris, Imprimerie nationale, 1914. **Pér. 26**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING ENGINEERS. — **Transactions,** Vol. XLV (1913). **Pér. 201**

ADMINISTRATION DES MONNAIES ET MÉDAILLES. — **Rapport au Ministre des Finances.** 18e année, 1913. Paris, Imprimerie nationale, 1913. **Pér. 212**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT ÉGYPTIEN. — **Bulletin.** 5e série : Tome VII (2e fasc.), 1913. **Pér. 32**

ASSOCIATION LYONNAISE DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — **Exercice 1913.** **Pér. 213**

Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand Fils, de Grasse. 3e série, n° 9, avril 1914. **Pér. 179**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS. — **Annales.** (Forêts, hydraulique, améliorations et météorologie agricoles). Fasc. 43 : Documents officiels, Jurisprudence. Rapports et notes techniques (France et étranger). Fasc. 44 : Comité d'études scientifiques. Rapports, notices et études. Paris, Imprimerie nationale, 1912. **Pér. 9**

Les nouveautés chimiques pour 1914, par M. CAMILLE POULENC. **Pér. 335**

Annuaire de la propriété industrielle, artistique et littéraire pour 1914, par M. G. VAN DER HAEGHEN. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914. **Annuaires**

Congrès international d'Aéronautique. Procès-verbaux, rapports et mémoires publiés par les soins de la COMMISSION PERMANENTE INTERNATIONALE D'AÉRONAUTIQUE. — **Paris, 1900.** — IIIe Congrès, **Milan, 1906.** — IVe Congrès, **Nancy, 1909.** **Pér. 346**

COMMISSION PERMANENTE INTERNATIONALE D'AÉRONAUTIQUE. — **Procès-verbaux et comptes rendus des travaux de la session extraordinaire tenue à Bruxelles, septembre 1907. — tenue à Paris, novembre 1912.** (La sécurité en aéroplane.) **Pér. 346**

U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE AND LABOR. BUREAU OF LABOR STATISTICS. — **Bulletins nos 107, 108, 109, 110, 111, 113.** **Pér. 35**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LE 1er SEMESTRE DE LA CENT TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-JUIN 1914)

Tome 121

Le nombre en chiffres romains indique le mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes, qui le suit indique la page.

A

Amar (J.). — *Le moteur humain*. . . VI 808
Andouard. — Voir Gouin.
Andrew . . . . . IV 484
Arpin . . . . . III 343
Atkins. — Voir Dixon.

B

Ballu (Tony). — La *motoculture, ses applications pratiques*. . . . . II 258
Barbier (G.) et Locquin (R.) . . . . I 58
Bardy. — Rapport sur l'examen microscopique des fourrures commerciales. . . . . III 273
Bates (J. L.). — Voir Whitaker.
Béraud et Hallot . . . . . III 269
Bernard (Victor). — Voir Guillet.
Bernstein (Gustave). — Voir Helbronner.
Billon-Daguerre (A.). — Le quartz fondu pur et transparent ; ses applications à la chimie, à l'éclairage, à la stérilisation par les procédés Billon-Daguerre. . . . . IV 449
Billy (Maurice). . . . . IV 477
Blanc (Pierre). — *Recueil des cahiers des charges unifiés adoptés par les grandes compagnies de chemins de fer français*. . . . . III 402
Boistel (E.). — Voir Gaisberg.
Bonnet (G.). — Voir Faroux.
Bonte. . . . . IV 529
Bordas . . . . . III 348
Bouilhet (Henri). — *L'orfèvrerie française aux XVIIIe et XIXe siècles*, 3e volume . . . . . II 257
Bourdel (J.). — Rapport sur le canon Mathiot . . . . . IV 445
Bouthillon (Léon). — Voir Petit.
Bouvier (Maurice). — Voir Pictet.
Braive (Jean). — *Aide-mémoire de l'ingénieur-constructeur de béton armé*. Préface de A. Mesnager. . . . . VI 810
Brétignière (L.), Cartier (J.) et Lévêque. — Essais du motoculteur de Meyenburg à Grignon en 1912 (Revue de Culture mécanique). . . . . I 83
Brot (Henri). — Théorie mathématique des machines à air liquide et de la détente des gaz. . . . . I 16
Burgess (G. K.) et Le Chatelier (H.). — *La mesure des températures élevées* (The Measurement of high Temperatures). II 256
Burley. — Voir Ripper.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C

Calmette (Dr A.) et Rolants (G.) . . II 226
Capart (G.). — *La protection des réseaux et des installations électriques contre les surtensions*. . . . . III 401
Caquelin (Jules). . . . . III 265
Carels (G.) . . . . . V 668
Caziot (P.). — *La valeur de la terre en France; description des grandes régions agricoles et viticoles; prix et fermages des biens ruraux*. . . . . VI 812
Cartier (J.). — Voir Brétignière
Cazeneuve. . . . . III 342
Chalon. — Les eaux souterraines, captage et purification. . . . . VI 704
Chapelle (J.) . . . . . I 59
Chaplet (A.). — *Les apprêts textiles*. . IV 558
Chwolson (O. D.). — *Traité de physique* VI 809
Claassen (E). . . . . IV 533
Clarke (F. W.) et Steiger (G.). . . IV 469
Clausmann (Paul). . . . . IV 471
Clausmann (Paul). — *Etude de l'action chimique de la lumière solaire sur quelques mélanges gazeux*. . . . . IV 562
Clément et Rivière. — Communication sur les vernis et enduits à base d'acétate de cellulose (Compte rendu de la séance publique du 8 mai 1914). . VI 800
Collin (Eugène). . . . . III 273
Collins (S. H.) et Hall (A. A.). . . VI 737
Condé (Fernand de). — Charrue-balance à relevage automatique (Revue de Culture mécanique). . . . . I 81
— Fourrières laissées par les charrues-balances (Revue de Culture mécanique). . . . . III 367
— Laboureuse rotative de P. Faure (Revue de Culture mécanique). . V 651
Condé (F. de). — Voir Ringelmann
Condé (Fernand de). — Tracteur Mac Laren (Revue de Culture mécanique) IV 500
Cordier (M. F.). — *Les machines à vapeur*. . . . . III 395
Cornubert (R.). — Voir Veyl.
Coste (Maurice). — Voir Ledebur.
Coudurier. — *Manuel des directeurs et contremaîtres des petites usines à gaz*, 3e édition. . . . . II 257
Couturaud (P.). — Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts. . . II 242
V 679
Couturaud (P.). . . . . V 693
Cramer (W.) et Czaplewski. . . . . VI 742
Curchod (Adr.). — *Installations électriques de force et de lumière. Schémas et connexions*. 3e édition. . . . . VI 810
Czaplewski. — Voir Cramer.

D

Damour (Emilio). — Communication sur les moyens d'économiser le combustible (Compte rendu de la séance publique du 22 mai 1914). . . . . VI 805
Dantzer (James). . . . . II 255
— Rapport sur le « Le Puissant », aspire-fil pneumatique pour navettes de tissage, système Jules Caquelin. III 265
— III 393
Dantzer (James). — Rapport sur la chaleur et l'humidification dans le travail des textiles, de Henri Neu. . VI 704
Davaux (E.). — *Traité de physique* d'O. D. Chwolson, traduit sur les éditions russes et allemandes. T. V, 1er fasc.: *Champ magnétique variable*. . . . VI 809
Davidsen. — Communication sur la fabrication moderne du ciment Portland (Compte rendu de la séance publique du 27 février 1914). . . . III 390
Davidsen (M.). — La fabrication moderne du ciment Portland artificiel (Mémoire). . . . . IV 438
Diamant (Michel). — Voir Ledebur.
Dixon et Atkins. . . . . I 65
Ducretet (F.). — Voir Tauleigne.
Dulin (E.). — *Manuel théorique et pratique du peintre en bâtiments*. . . . V 692
Dumont de Chassart. . . . . III 370
Duponchelle (J.). — *Manuel pratique de fonderie, cuivre, bronze, aluminium, alliages divers*. . . . . VI 809
Durand (Albert). — Le rouissage agricole et les rouissages industriels, leur influence sur la culture du lin en France

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(Compte rendu de la séance publique du 27 mars 1914). . . . . V 684
Dybowski (J.). . . . . II 256

E

Edmond. — *Constructions navales, accessoires de coques*. . . . . IV 561
Emrich (H.). . . . . IV 479

F

Faroux (Ch.) et Bonnet (G.). — *Aéro-manuel 1914*. . . . . II 261
Féret.. . . . . II 242
Féry (Ch.). — Rapport sur le thermomètre à réglage automatique de M. J. Ruelle . . . . . IV 405
Fichard (Victor). — Sur les appareils de culture mécanique destinés aux colonies (Revue de Culture mécanique). IV 504
Flamm. . . . . VI 771
Foth . . . . . I 59
Fouzes-Diacon (H. . . . . III 349
François (L.) et Vallier (R.). — *Les industries agricoles et alimentaires* . III 400
François (L.). — *Formules, recettes, procédés à l'usage des ingénieurs* . . IV 560
Fréminville (Ch. de). — Communication sur le système Taylor (Compte rendu de l'assemblée générale du 13 janvier 1914) . . . . . II 252

G

Gaisberg (von). — *Guide élémentaire du monteur électricien*. Traduit sur la 45e édition allemande par E. Boistel. III 400
Gallois (J.). — La fabrication française du quartz pur transparent et ses applications. Les nouvelles lampes quartz à vapeur de mercure. . . II 205
Garçon (Jules). — Notes de Chimie I 51
— — II 213
Garçon (Jules). — Notes de Chimie. III 332
— — IV 469
— — V 619
— — VI 730
Gouin (André) et Andouard . . . . VI 742
Graffigny (H. de). — *Guide-manuel pratique de l'ouvrier électricien*. 4e édition. IV 561
Grahl (G. de). — *Le fonctionnement économique du chauffage central* (traduit de l'allemand par A. Schubert). III 398
Gruner. — Nécrologie de Gustave Roy, membre du Comité de Commerce. III 276
Guillaume (Ch. Ed.). — *Les récents progrès du système métrique*. . . . . IV 559
Guillet (Léon). — Communication sur les nouvelles recherches sur les alliages de cuivre et de zinc (Compte rendu de la séance publique du 22 mai 1914). . . . . VI 806
Guillet (Léon). — Notice nécrologique sur M. Héroult. . . . . VI 803
Guillet (Léon) et Bernard (Victor). — Communication sur les réserves en cémentation et la diffusion dans les solides (Compte rendu de la séance publique du 13 mars 1914) . . . V 588
IV 552
Guyau (Augustin). — *Le téléphone instrument de mesure. Oscillographie interférentielle* . . . . . IV 557

H

Haber (Fritz) . . . . . III 333
Hall (A. A.). — Voir Collins.
Hallot. — Voir Béraud.
Halvorsen (Ol. G.) . . . . . IV 524
Harden (Arthur). — *La fermentation alcoolique* . . . . . V 695
Heike (W.). — Voir Ledebur.
Helbronner (André) et Bernstein (Gustave) . . . . . VI 735
Heller . . . . . IV 536
Heinrich. . . . . IV 531
Henriet (G.). — *Manuel pratique de serrurerie* (partie élémentaire) . . . II 257
Henry (R. A.). — *Le socialisme et l'art de commander dans l'industrie*.. . . IV 559
Higgins (S. H.) . . . . . I 56

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HITIER (H.). — Notes d'Agriculture I 67
— — II 229
— — III 351
— — IV 488
— — V 632
— — VI 748
— Les feuilles de betteraves (Notes d'Agriculture) . . . . . I 67
— La nouvelle évaluation de la propriété non bâtie en France (Notes d'Agriculture) . . . . . II 229
— La crise de la main-d'œuvre agricole en France (Notes d'Agriculture) III 351
— La réforme agraire de 1906 et la transformation économique de la Russie. La culture des céréales aux États-Unis, au Canada, en Argentine (Notes d'Agriculture) . . . . . IV 488
— Comment régénérer les cultures de pommes de terre. L'origine de nos pommes de terres cultivées (Notes d'Agriculture) . . . . . V 632
— La hausse des prix de la viande de mouton. Évolution dans l'exploitation des troupeaux. La lutte contre les diverses maladies. — Le bétail bovin en 1913 et la baisse du prix de la viande de bœuf. — La lutte contre la tuberculose bovine (Notes d'Agriculture) . . . . . VI 748
— Voir PETIT (Louis).
HŒFER (K.). . . . . VI 776
HOFF (Wilhelm). . . . . V 671
HOPKINSON (B.). . . . . IV 527
HULLEBROECK (Adolphe). — *Défauts du tissage, 1re partie : Les opérations préparatoires de la chaîne et de la trame.* II 255
HUNEKE. — Voir MARTINI.

J

JALLADE. . . . . III 344
JANNEAU (Guillaume). — *L'apprentissage dans les métiers d'art. Une enquête.* III 401
JOLIVET. . . . . IV 409
JÜNGTS (C.). — *Recherches sur la fonte (Beitrag zur Untersuchung des Gusseisens).* . . . . . I 116

K

KANOLT (C.). . . . . IV 476
KELSO (A.). — Voir THOMAS (Charl. C.).

L

LAGACHE (Henri). — *L'apprêt des tissus de laine peignée.* . . . . . V 697
LAGORSSE (J. M. de). — *Compte rendu du Congrès de l'Intérieur de la Ferme*, tenu à Paris les 17, 18 et 19 février 1914. . . . . VI 810
LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE. — *Annuaire de l'électricité.* . . . . . II 260
LANDRY (Justin). — Communication sur le détectophone, appareil de poche destiné à déceler les ondes électriques (Compte rendu de l'assemblée générale du 16 décembre 1913). . I 100
LE CHATELIER (Henry). — Voir BURGESS.
— Le système Taylor. . . . . III 280
— *La silice et les silicates.* . . . . . V 693
— VI 809
LEDEBUR (A.). — *Les laboratoires sidérurgiques.* 9e édition, revue par W. WEIKE, traduite de l'allemand par MICHEL DIAMANT et MAURICE COSTE. III 399
LEFÉBURE (Victor). . . . . IV 486
LEFEBVRE (René). — Voir ZACON.
LEFEUVRE-MÉAULLE (H.). . . . . IV 473
LEVAINVILLE (J.). — *Rouen. Étude d'une agglomération urbaine.* . . . . . III 393
LÉVÊQUE. — Voir BRÉTIGNIÈRE.
LINDET (L.). — Assemblée générale du 4 décembre 1913. . . . . I 94
— Assemblée générale du 16 décembre 1913. . . . . I 98
— Discours présidentiel à l'assemblée générale solennelle du 30 janvier 1914 II 124
— Assemblée générale du 13 janvier 1914 . . . . . II 246
— Assemblée générale solennelle du 30 janvier 1914. . . . . II 253
— Séance publique du 13 février 1914 III 380

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Séance publique du 27 février 1914 III 385
— — — — 13 mars 1914 IV 549
— — — — 27 mars 1914 V 683
— — — — 24 avril 1914 V 685
— — — — 8 mai 1914 VI 796
— — — — 22 mai 1914 VI 802
— — — VI 740
Locquin (R.). — Voir Barbier.
Lordier (Ch.). — *Économique politique et statistique*. . . . . III 402
Lucas (J. A.). . . . . IV 539

M

Mac Gill (C. F.). . . . . VI 763
Magnin. — Communication sur le nouveau système de constructions économiques en béton coulé, système Harms et Small (Compte rendu de l'assemblée générale du 16 décembre 1913). . . . . I 103
Mallèvre. . . . . II 260
Marbec.— *Conférence sur le sous-marin* III 395
Marie (Henri) . . . . . I 54
Marry (R.). — *Guide élémentaire du conducteur de travaux de chemins de fer. Tracé, construction*. . . . . IV 561
Marshal (S. M.). . . . . III 342
Martin(Germain).—*Le tissage du ruban à domicile dans les campagnes du Velay*. III 395
Martini et Huneke. . . . . II 183
Mathiot . . . . . IV 415
Matignon (Camille). — Communication sur une industrie nouvelle, l'utilisation rationnelle des vinasses (procédé Effront) (Compte rendu de la séance publique du 13 février 1914). . . III 384
IV 425
Maurer (E.). — Voir Thomas (Carl. C.).
Maurice. — *Conférence sur le sous-marin*. III 395
Mazza . . . . . VI 736
Ménétrel. . . . . VI 734
Mercier. — *Conférence sur le sous-marin*. III 395
Merton (R.). . . . . V 619
Mesnager (A.). — Voir Braive.
Miller (J.) . . . . . VI 730
Minangoy. — Les planchers en béton et céramique armés, système Poyet. (Compte rendu de la séance publique du 13 mars 1914) . . . . . IV 553
Moreau (Auguste). — Rapport sur les appareils Bos. . . . . I 12
— Rapport sur le système de bandes et plaques élastiques antivibrantes de M. Jolivet . . . . . IV 409
— Rapport sur les eaux souterraines, captage et purification de Chalon. VI 704
Muné (P.). — La manutention et l'emmagasinage des liquides inflammables sans danger d'incendie par les procédés Martini et Huneke . . . . . II 183

N

Neu (Henri). — La chaleur et l'humidification dans le travail des textiles. VI 701
Nicolardot (P.). — Communication sur les progrès de l'industrie dans les reproductions métalliques et la métallisation des surfaces (Compte rendu de l'assemblée générale du 4 décembre 1913). . . . . I 96

O

Offerdahl . . . . . II 223

P

Palme (Arthur). . . . . IV 544
Patein (J.). . . . . IV 477
Peiseler . . . . . VI 759
Perret (Marc). — Communication sur le hourdis armé en briques (Compte rendu de l'assemblée générale du 16 décembre 1913). . . . . I 102
Perret-Maisonneuve (A.). — *La télégraphie sans fil et la loi* . . . . . III 401
Petit (Louis), Hitier (Henri), Pluchet (Eugène) et Vacher (Marcel). — La culture mécanique à la ferme de Champagne (Revue de Culture mécanique) . . . . . VI 788

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PETIT (G.-E.) et BOUTHILLON (Léon). — *La télégraphie sans fil. La téléphonie sans fil. Applications diverses*. . . IV 556
PICTET (Amé) et BOUVIER (Maurice). . I 56
PILA (Fernand). . . . . I 54
PLUCHET (Eugène). — Essais de Culture mécanique à Trappes (Revue de Culture mécanique) . . . . . III 359
— Voir PETIT (Louis).
POINCET. — *Conférence sur le sous-marin*. III 395
POLIAKOFF (R.). . . . . V 659
PRING (J.-N.) et TINTON (U. C.). . . . V 622

R

RAIMBERT (L.). — Filtre à sable à bac de lavage indépendant (Compte rendu de la séance publique du 24 avril 1914) . . . . . V 687
— — VI 718
RESEK (Josef). — Résultats d'essais d'un appareil de culture à vapeur surchauffée de la maison J. Kemna de Breslau (Revue de Culture mécanique). . . . . I 89
RINGELMANN (Max). — Revue de Culture mécanique . . . . . I 79
— — III 358
— — IV 500
— — V 643
— — VI 784
RINGELMANN (Max). — Conclusions des expériences de culture mécanique organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913 (Revue de Culture mécanique) . . . . I 79
— Les appareils de culture mécanique au Concours général agricole de Paris (Revue de Culture mécanique) . . III 364
— Laboureuse rotative de M. Boghos Pacha Nubar (Revue de Culture mécanique). . . . . IV 503
— Comparaison des divers appareils de culture mécanique avec câbles (Revue de Culture mécanique) . . V 643
— Application de l'électricité aux appareils de culture mécanique (Revue de Culture mécanique). . . . VI 784
— et CONDÉ (F. de) . . . . . I 61
RIPPER et BURLEY. . . . . V 660
ROGER (E.). — Voir TAULEIGNE.
ROGER-VASSELIN (G.). . . . . II 220
ROLANTS (G.). — Voir CALMETTE.
ROSSI (Carlo). . . . . I 54
ROUX (Eugène). . . . . III 343
ROWSE (W. C.). . . . . VI 764
RUELLE (J.) . . . . . IV 405

S

SACONNEY (J. Th.). — *Métrophotographie* (Encyclopédie scientifique). . . . III 394
SAGNIER (Henry). — La culture mécanique à Neuvillette (Revue de Culture mécanique) . . . . . V 647
SAILLARD. — *Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation* (1901-1903). . . . . VI 811
SAUVAGE. — Rapport sur le monte-courroie pour cônes à gradins, système BÉRAUD et HALLOT . . . . . III 269
SCHEURER (A.) et WALLACH (E.). . . . II 224
SCHUBERT (A.). — Notes de Mécanique.
— — IV 523
— — V 659
— — VI 760
— Voir de GRAHL.
SMITH (H. F.) . . . . . IV 542
SOLARO (Alessandro). — *Studio microscopico e chimico pel riconoscimento delle fibre vegetali, lane, peli, pellicie, sete naturali, sete artificiali. Analisi quantitativa dei tessuti ed altri manufatturi tessili.* (Examen microscopique et chimique des fibres d'origine végétale, des fibres de laine, poils d'animaux, fourrures, soie naturelle, soie artificielle. Analyse quantitative des tissus et autres matières textiles) . . . . . III 392
SORNAY (de). — *Les plantes tropicales alimentaires et industrielles de la famille des légumineuses*. . . . . II 255
SOUCHAON (A.). — *La crise de la main-d'œuvre agricole en France*. . . . . II 259
STEIGER (G.). — CLARKE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T

Tauleigne (Abbé A.). — L'enregistrement graphique des signaux de télégraphie sans fil et le renforcement des sons téléphoniques par le procédé A. Tauleigne, F. Ducretet et E. Roger (Compte rendu de la séance publique du 24 avril 1914). . . . . V 688

Thomas (Carl. C.), Maurer (E.) et Kelso (A.). . . . . VI 767

Thomas (J.). — Travail du tracteur-treuil Bajac en service à la Houssière, commune de Varennes (Indre-et-Loire) (Revue de Culture mécanique). . . . . III 375

Tompson (Silvanus P.). — *Radiations visibles et invisibles*. . . . . V 695

Tinton (U. C.). — Voir Pring.

Trudelle (V.). — *La lumière électrique et ses différentes applications au théâtre, installation et entretien* . . . . . V 696

Turpain (A.). — *La lumière* . . . . . IV 555

V

Vacher (Marcel). — Voir Petit (Louis).

Vallier (R.). — Voir François.

Vignon (L.). — *La soie au point de vue scientifique et industriel*. . . . . V 696

Vincey (Paul). — Communication sur l'épuration intégrale et permanente des eaux d'égout de Paris, par réglementation des cultures d'épandage (Compte rendu de la séance publique du 8 mai 1914). . . . . VI 799

Vallach (E.). — Voir Scheurer.

W

Watson (E. R.). . . . . V 628

Wery (G.). — *Agenda aide-mémoire agricole pour 1914* . . . . . II 260

Weyl (Th.). — *Les méthodes de la chimie organique*. Tome I : généralités. (Traduit par R. Cornubert). . . . . III 396

Whitaker (C.) et Bates (J. S.). . . . V 627

Willemin (Victor). — État actuel de l'échange international des enfants et jeunes gens. . . . . VI 724

Z

Zacon (Louis) et Lefebvre (René). — *Manuel pratique de prévention des accidents du travail*. . . . . V 694

Zeys (Mlle Louise). — Communication sur les petites industries féminines à la campagne, en France et en Suède (Compte rendu de la séance publique du 27 février 1914). . . . . V 565
III 388

Zoretti (L.). — *Leçons de mathématiques générales*. . . . . I 117

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 1er SEMESTRE DE LA CENT TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-JUIN 1914)

Tome 121

Le nombre en chiffres romains indique le mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui le suit indique la page.

A

Acétate de cellulose. (Voir Vernis).

Aciers. Quelques essais de durée avec des — rapides (Notes de Mécanique), par A. SCHUBERT . . . . . V 659

ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, ETC., DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

COMPTES RENDUS DES SÉANCES :

Assemblée générale du 4 décembre 1913 I 94

— — — 16 — 1913 I 98

— — — 13 janvier 1914 II 246

Assemblée générale solennelle du 30 janvier 1914. . . . . II 121

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

Séance du 28 avril 1914. . . . V 690

CONSEIL D'ADMINISTRATION (Composition du Conseil d'Administration pour l'année 1914). . . . . I 3

Listes des récompenses décernées pour l'année 1913 . . . . . II 177

Rapports relatifs aux récompenses décernées pour l'année 1913. . . II 133

Séances publiques. 13 février 1914 III 380

— — 27 — 1914 III 385

— — 13 mars 1914 IV 549

— — 27 — 1914 V 682

— — 24 avril 1914 V 685

— — 8 mai 1914 VI 796

— — 22 — 1914 VI 802

AGRICULTURE ET CULTURE MÉCANIQUE

Benzol. Composition du — commercial (Revue de Culture mécanique) V 657

Bœuf. Le bétail bovin en 1913 et la baisse de prix de la viande de — (Notes d'Agriculture), par Henri HITIER. . . . . VI 755

Betteraves Les feuilles de — (Notes d'Agriculture), par J. HITIER. . . I 67

Céréales. La cultures des — aux États-Unis, au Canada, en Argentine (Notes d'Agriculture), par HENRI HITIER. . . . . IV 497

Engrais. Les — de varechs (Notes de Chimie), par J. GARÇON. . . . . VI 741

Industries féminines. Les petites industries féminines à la campagne (Communication de Mlle Louise Zeys (Compte rendu de la séance publique du 27 février 1914 . . . . . III 388

— (Mémoire). . . . . V 556

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lin. (Voir Rouissage).
Main-d'œuvre. La crise de la — — agricole en France (Notes d'Agriculture), par H. Hitier. . . . . III 351
Mouton. La hausse du prix de la viande de — et la diminution des troupeaux de —. Évolution dans l'exploitation des troupeaux. La lutte contre les diverses maladies (Notes d'Agriculture), par Henri Hitier. VI 748
Pomme de terre. Comment régénérer les cultures de — —. L'origine de nos — — cultivées (Notes d'Agriculture), par H. Hitier . . . . V 632
Propriété. La nouvelle évaluation de la — non bâtie en France (Notes d'Agriculture), par J. Hitier. . . II 229
Rouissage. Le — agricole et les — industriels, leur influence sur la culture du lin en France, par Albert Durand (Compte rendu de la séance publique du 27 mars 1914). . . V 684
— du lin (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 60
Russie. La réforme agraire de 1906 et la transformation économique de la — (Notes d'Agriculture), par Henri Hitier. . . . . IV 488
Tuberculose bovine. La lutte contre la — (Notes d'Agriculture), par Henri Hitier. . . . . VI 757

Concours, congrès, expositions, expériences, essais, etc.

Concours de Galanda (Revue de Culture mécanique). . . . . I 91
— Les appareils de culture mécanique au — général agricole de Paris (Revue de Culture mécanique), par M. Ringelmann. . . . . III 364
— international de tracteurs et appareils de labourage mécanique, organisé par le Ministère des Colonies de Belgique (Revue de Culture mécanique). . . . . III 370
— de Vercelli (Revue de Culture mécanique) . . . . . III 379
— international de Tunis (Revue de Culture mécanique), par Max Ringelmann . . . . . VI 795
Essais du motoculteur de Meyenburg, à Grignon en 1912 (Revue de Culture mécanique), par L. Brétignière, J. Cartier et Levèque. . . . I 83
— Résultats d' — d'un appareil de culture à vapeur surchauffée de la maison J. Kemno, de Breslau (Revue de Culture mécanique), par Josef Resek. . . . . I 89
— de Klein-Wanzleben (Revue de Culture mécanique). . . . . III 378
— Conclusions des — de Klein-Wanzleben (Revue de Culture mécanique) . . . . . V 656
— Conclusions des — de Culture mécanique organisées par le Ministère de l'Agriculture pendant l'automne 1913, (Revue de culture mécanique). par M. Ringelmann. . . . . I 79
— contrôlés de culture mécanique organisés en 1914 par le Ministère de l'Agriculture (Revue de Culture mécanique), par M. Ringelmann. III 358

Culture mécanique :

Culture mécanique. Essais de — — à Trappes (Revue de Culture mécanique), par Eugène Pluchet. . . III 359
— Sur les appareils de — — destinés aux colonies (Revue de Culture mécanique), par Victor Fichard. IV 504
— Comparaison des divers appareils de — — avec câbles (Revue de Culture mécanique), par Max Ringelmann. V 643
— — — à Neuvillette (Revue de Culture mécanique). par Henry Sagnier. . . . . V 647
— Application de l'électricité aux appareils de — — (Revue de Culture mécanique), par Max Ringelmann. VI 784
— — à la ferme de Champagne (Revue de Culture mécanique), par Louis Petit, H. Hitier Eugène Pluchet et Marcel Vacfer. . . . . VI 788

Labourage. Laboureuses et charrues :

Charrue-balance à relevage automotique (Revue de Culture mécanique), par Fernand de Condé. . . I 81
—. Fourrières laissées par les — - balances (Revue de Culture mécanique), par Fernand de Condé. III 367

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laboureuse rotative de M. Boghos Pacha Nubar (Revue de Culture mécanique), par Max Ringelmann. IV 505
— rotative de P. Faure (Revue de Culture mécanique), par Fernand de Condé . . . . . V 651

Tracteurs et treuils :

Tracteurs. Travail du treuil Bajac en service à la Houssière, commune de Varennes (Indre-et-Loire) (Revue de Culture mécanique), par J. Tromas. . . . . III 375
— Mac Laren (Revue de Culture mécanique), par Fernand de Condé. IV 500
— Marshall (Revue de Culture mécanique) . . . . . V 648

Air comprimé (Voir Dépoussiérage).
Aluminium. Sur les alliages d' — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . II 222
Amidon. (Voir Explosion).
Air liquide. Théorie mathématique des machines à — — et de la détente des gaz, par Henri Brot . . . . . I 16
Argiles. Épuration électroosmotique des — (Notes de Chimie), par J. Garçon. II 215
Ascenseurs. Les — du Woolworth-Building de New York (Notes de mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 544
Automobiles. (Voir Naphtaline).
Aviation. Nouveaux appareils de mesure enregistreurs d' — et leur emploi (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . V 671
Azote. (Voir Tourbe).

B

Béton. Nouveau système de constructions économiques en — coulé, système Harms et Small. Communication de Magnin (Compte rendu de l'assemblée générale du 16 décembre 1913). . . . . I 103
— Les planchers en — et céramique armés, système Poyet, par Minangoy (Compte rendu de la séance publique du 13 mars 1914). . . IV 553
Beurres. Saumure nitrée pour — (Notes de Chimie), par J. Garçon. III 348

BIBLIOGRAPHIE.

Accidents du travail. Manuel pratique de prévention des — — —, par Louis Zacon et René Lefebvre . . . . V 694
Aéronautique. Aéro-manuel 1914, par Ch. Faroux et G. Bonnet . . . . II 261
Agriculture. Les plantes tropicales alimentaires et industrielles de la famille des légumineuses, par de Sornay. II 255
— *La crise de la main-d'œuvre agricole en France*, par A. Souchon . . . II 259
— *Agenda aide-mémoire agricole pour 1914*, par G. Wery. . . . . II 260
— *Les industries agricoles et alimentaires*, par L. François et R. Vallier . . . . . III 400
— *Compte rendu du Congrès de l'Intérieur de la Ferme*, tenu à Paris les 17, 18 et 19 février 1914, par J. M. de Lagorsse. . . . . VI 810
— *La valeur de la terre en France; description des grandes régions agricoles et viticoles; prix et fermages des biens ruraux*, par P. Caziot. . . VI 812
Apprentissage. L' — dans les métiers d'art. Une enquête. par Guillaume Jauneau. . . . . III 401
Apprêts. Les — textiles, par A. Chaplet . . . . . IV 558
— *L' — des tissus de laine peignée*, par Henri Lagache. . . . . V 697
Architecture. Catalogue modèle de l'architecte . . . . . IV 557
Association. Communications de l' — internationale pour l'Essai des Matériaux. Rapport du XI[e] Congrès, tenu à New York du 3 au 7 septembre 1912. I 116
Béton armé. Aide-mémoire de l'ingénieur-constructeur de — —, par Jean Braive. Préface de A. Mesnager. VI 810
Betterave. Le développement de la — à sucre pendant la végétation (1901-1903), par Saillard. . . . . VI 811
Catalogue de la Bibliothèque de la Chambre de Commerce de Paris . IV 554

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chauffage. Le fonctionnement économique du — central par G. de GRAHL (traduit de l'allemand, par A. SCHUBERT) . . . . . III 398
Chemins de fer. Recueil des cahiers des charges unifiés adoptés par les grandes compagnies des — — — français, par Pierre BLANC . . . . . III 402
— *Guide élémentaire du Conducteur de travaux de — — —. Tracé, construction* par R. MARRY . . . . . IV 561
Chimie. Les méthodes de la — organique. Tome I : généralités, par Th. WEYL (traduit par R. CORNUBERT). III 396
Constructions navales, accessoires de coques, par EDMOND . . . . . IV 561
Économie politique et statistique, par Ch. LORDIER . . . . . III 402
Électricité. Annuaire de l'—, édité par « LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE » . . . II 260
— *Guide élémentaire du monteur électricien*, par von GAISBERG. (Traduit sur la 45e édition allemande par E. BOISTEL) . . . . . III 400
— *La protection des réseaux et des installations électriques contre les surtensions*, par G. CAPART. . . . . III 401
— *Rapport du Comité international des Unités électriques (Report of the international Committee on electrical Units and Standards)*. . . . . IV 560
— *Guide-manuel pratique de l'ouvrier électricien*, par H. de GRAFFIGNY. 4e édition. . . . . IV 561
— *Installations électriques de force et de lumière, schémas et connexions*, 3e édition, par Adr. CURCHOD. . . . . VI 810
Fermentation. La — alcoolique, par HARDEN . . . . . V 695
Fonderie. Manuel pratique de —. Cuivre, bronze, aluminium, alliages divers, par J. DUPONCHELLE. . . . . VI 809
Fonte. Recherches sur la — (Beitrag zur Untersuchung des Gusseisens), par C. JUNGTS. . . . . I 116
Gaz. Manuel des directeurs et contremaîtres des petites usines à —, 3e édition, par COUDURIER . . . . . II 257
Ingénieurs. Formules, recettes, procédés à l'usage des —, par L. FRANÇOIS. IV 560
Longitudes. Annuaire du Bureau des — pour l'année 1914. . . . . II 261
Lumière. La —, par A. TURPAIN . . IV 555
Lumière électrique. La — — et ses différentes applications au théâtre, installation et entretien, par V. TRUDELLE . . . . . V 696
Lumière solaire. Étude de l'action chimique de la — — sur quelques mélanges gazeux, par Paul CLAUSMANN, IV 562
Machines à vapeur. Les — — —, par F. CORDIER. . . . . III 395
Mathématiques. Leçons de — générales, par L. ZORETTI . . . . . I 117
Métrophotographie, par J. Th. SACONNEY. III 394
Moteur. Le — humain, par J. AMAR. VI 808
Motoculture. La —, ses applications pratiques, par TONY BALLU. . . . II 258
Orfèvrerie. L' — française aux XVIIIe et XIXe siècles, 3e volume, par Henri BOUILHET. . . . . II 257
Peinture. Manuel théorique et pratique du peintre en bâtiments, par E. DULIN. V 692
Périodiques. Liste alphabétique des publications — reçues par la Bibliothèque de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. . . . . I 105
Pyrométrie. La mesure des températures élevées (The Measurement of high Temperatures), par G. K. BURGESS et H. LE CHATELIER. . . . . II 256
Physique. Traité de —, par O. D. CHWOLSON. Traduit sur les éditions russe et allemande, par E. DAVAUX. T. V, 1er fasc. : *Champ magnétique variable*. . . . . VI 809
Radiations visibles et invisibles. Conférences de SILVANUS P. THOMPSON. 2e édition . . . . . V 695
Rouen, étude d'une agglomération urbaine, par J. LEVAINVILLE . . . III 393
Serrurerie. Manuel pratique de — (partie élémentaire), par G. HENRIET. II 257
Sidérurgie. Les Laboratoires sidérurgiques, par A. LEDEBUR. 9e édition, revue par W. HEIKE, traduite de l'allemand, par Michel DIAMANT et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Maurice Coste. . . . . III 399
Silice. La — et les silicates, par Henry Le Chatelier. . . . . V 693
Sous-marin. Le — — Six conférences par MM. Maurice, Marbec, Poincet, Mercier . . . . . III 395
Socialisme. Le — et l'art de commander dans l'industrie, par R. A. Henry. IV 559
Soie. La — au point de vue scientifique et industriel, par L. Vignon. V 696
Système métrique. Les récents progrès du — —, par Ch. Ed. Guillaume. . IV 559
Télégraphie. La — sans fil. La téléphonie sans fil. Applications diverses, par G. E. Petit et Léon Bouthillon. IV 556
— *La — sans fil et la loi*, par A. Perret-Maisonneuve. . . . . III 401
Téléphonie. Le téléphone instrument de mesure. Oscillographie interférentielle, par Augustin Guyau . . . IV 557
Textiles. Studio microscopico e chimico pel riconoscimento delle fibre vegetali, lane, peli, pelliccie, sete naturali, sete artificiali. Analisi quantitativa dei tessuti ed altri manufatturi tessili (Examen microscopique et chimique des fibres d'origine végétale, fibres de laine, poils d'animaux, fourrures, soie naturelle, soie artificielle. Analyse quantitative des tissus et autres matières textiles), par Alessandro Solaro. III 392
Tissage. Défauts du —, par Adolphe Hullebroeck . . . . . II 255
— *Le — du ruban à domicile dans les campagnes du Velay*, par Germain Martin . . . . . III 395
Travaux publics. Pour l'entreprise des travaux publics. Syndicat professionnel des entreprises de travaux publics de France. . . . . IV 562

Bois. Conservation des — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . VI 737
Briques. Conductibilité thermique des — en silice et des — en argile (Notes de Chimie), par J. Garçon. III 342

C

Calage. Le — à la presse sur les arbres (Notes de Mécanique), par A. Schubert . . . . . VI 763
Calomel. Sur le — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . IV 477
Canaux. Influence du mouvement des hélices sur le plafond des — (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . VI 771
Canon. (Voir Incendie).
Caoutchouc. Solubilisation du — vulcanisé (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . VI 735
Carburateur. (Voir Kérosène).
Celluloïd. Absorption des gaz par le — (Notes de Chimie), par J. Garçon . IV 486
Cellulose. Sur la digestion de la — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . VI 742
Cémentation. Les réserves en — et la diffusion dans les solides, par L. Guillet et Bernard (Compte rendu de la séance publique du 13 mars 1914). IV 552
— (Mémoire). . . . . V 588
Céramique. Sur la pose des carreaux de revêtements (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. Couturaud . . . . . II 245
— (Voir Béton).
Chaleur solaire. Utilisation de la — — (Notes de Mécanique), par A. Schubert . . . . . VI 780
Charbons. Analyse des — pour gaz (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . II 222
Chemins de fer. Croisement de voies de — — — à 90 degrés (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . VI 770
Chimie. L'Association internationale des Sociétés chimiques (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . II 213
— Chimistes morts en 1913 (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . II 214
— L'industrie chimique moderne (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . III 333
— Sur les extraits et notes de — (Notes de Chimie), par J. Garçon. VI 730

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(Notes de Chimie), par J. Garçon. II 226
Ciments. Action de l'eau de mer sur les — (Notes de Chimie), par J. Garçon. II 218
— Imperméabilisation des — et des mortiers par les huiles lourdes (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. Couturaud . . . . . II 242
— — — . . . . . V 679
— La fabrication moderne du — Portland. Communication de Davidsen (Compte rendu de la séance publique du 27 février 1914) . . . . . III 390
— — — (Mémoire) . . . . . IV 438
Combustible. Les moyens d'économiser le —. Communication d'Émilio Damour (Compte rendu de la séance publique du 22 mai 1914). . . . . VI 805
Coussinets. Métal spécial pour grandes vitesses (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 54
Cuirs. (Voir Tannerie),
Cuivre. Sur le raffinage du — noir (Notes de Chimie), par J. Garçon. IV 479
— Nouvelles recherches sur les alliages de — et de zinc. Communication de Léon Guillet (Compte rendu de la séance publique du 22 mai 1914). . . . . VI 806
— Le vide au — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . V 619

D

Dallages à l'émeri (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . III 342
Dépoussiérage par l'air comprimé (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. Couturaud . . . . . V 679
Détectophone. Le —, appareil de poche destiné à déceler les ondes électriques. Communication de Justin Landry (Compte rendu de l'assemblée générale du 16 décembre 1913). I 100
Distillerie. Une nouvelle industrie), l'utilisation rationnelle des vinasses de —, par Camille Matignon. . . IV 425

E

Eaux. Sur l'épuration des — dures (Notes de Chimie), par J. Garçon. IV 475
— Les — souterraines, captage et purification, de Chalon (Rapport de Auguste Moreau) . . . . . VI 704
— *d'égout.* L'épuration intégrale des — — de Paris, par réglementation des cultures d'épandage. Communication de Paul Vincey (Compte rendu de la Séance publique du 8 mai 1914). . . . . VI 799
Éclairage. Les accidents dans les divers modes d' — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . IV 483
Élianite (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 52
Enduits. (Voir Vernis).
Enseignement. État actuel de l'échange international des enfants et des jeunes gens, par Victor Willemin . . . . VI 724
Essence. Transformation de l' — de citronelle en — de roses (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . I 58
Explosions. Une — de poudre d'amidon (Notes de Chimie), par J. Garçon . III 347

F

Farines. Sur l'estimation du degré de blutage des — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . VI 740
Fermentation. — en cuves fermées (Notes de Chimie), par J. Garçon I 59
Filtre. Le — à sable à bac de lavage indépendant, par L. Raimbert (Compte rendu de la séance publique du 24 avril 1914) . . . . . V 687
— — — (Mémoire). . . . . VI 718
Fosses. Établissement dans les usines des — septiques à lit bactérien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fourrures. Examen microscopique des — commerciales, rapport de Bardy. III 273

Fumisterie. Appareils Bos (Rapport de Aug. Moreau). . . . . I 12

G

Gants. L'industrie des — de peau (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . VI 741

Gaz. Nouveau procédé d'épuration du — de gazogène (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 542

Gaz à l'eau. L'équilibre du — — — dans les flammes d'hydrocarbures (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . IV 484

— Les dangers du — — — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . VI 734

Géochimie. Notes de — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . IV 469

H

Hélices. Expériences sur les — (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . IV 524

Houille. Sur la distillation de la — (Notes de Chimie), par J. Garçon. I 56

Hourdis armé en briques. Communication de M. Perret (Compte rendu de l'assemblée générale du 16 décembre 1913). . . . . I 102

Huiles. La désodorisation des — d'olives viciées (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 59

— L' — de baleine (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . II 223

— Les taches d' — minérale (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . II 223

— Sur le dosage de l' — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . VI 736

— (Voir Ciments) . . . . . .

Hypochlorite. Action blanchissante des solutions d' — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 56

I

Incendie. La manutention et l'emmagasinage des liquides inflammables sans danger d' — par les procédés Martini et Huneke, par P. Munié. II 183

— Le canon Mathiot (Rapport de M. J. Bourdel). . . . . IV 415

Industries. Les — du Japon (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 51

— Les petites — féminines à la campagne. Communication de Mlle L. Zeys (Compte rendu de la séance publique du 27 février 1914). . . . III 388

— — — (Mémoire) . . . . . V 565

K

Kérosène. Carburateur à —, système Porter (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 539

L

Lait. Sur la pasteurisation du — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . II 227

Locomotive électrique articulée (Notes de Mécanique), par J. Schubert. IV 526

Lumière solaire. Action de la — — sur les mélanges gazeux (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . IV 471

M

Menthol. (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 57

Mercure (Voir Quartz).

Métallisation. Les progrès de l'industrie dans les reproductions métalliques et la — des surfaces. Communication de P. Nicolardot (Compte rendu de l'assemblée générale du 4 décembre 1913). . . . . I 96

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Métaux. Préparation des — purs (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . IV 477
Mines. Industries minières en France (Notes de Chimie), par J. Garçon. III 332
Monazite. Sur la — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . V 620
Monte-courroie, pour cônes à gradins, système Béraud et Hallot, rapport de M. Sauvage. . . . . III 269
Mortiers. (Voir Ciments). . . . . .
Moteur. Nouveau — à pétrole à deux temps, système John Davidson (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 545
— (Voir Réfrigération)
— Le — d'aéroplane Salmson (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . VI 773
— *Diesel*. La situation du — — au point de vue de la propulsion des navires (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . V 668

N

Naphtaline. Emploi de la — dans les automobiles (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 536
Nécrologie. Gustave Roy, membre du Comité de Commerce, par Gruner. III 276
— M. Héroult, notice de M. Guillet. VI 803
Notes d'Agriculture, par H. Hitier. . I 67
— — . . II 229
— — . . III 351
— — . . IV 488
— — . . V 632
— — . . VI 748
Notes de Chimie, par J. Garçon. . I 51
— — . . . II 213
— — . . . III 332
— — . . . IV 469
— — . . . V 619
— — . . . VI 730
Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts, par P. Couturaud . . II 242
— — . . . . . V 679
Notes de Mécanique, par A. Schubert. IV 523
— — . . V 659
— — . . VI 760

O

Ozone. Emploi de l' — en ventilation (Notes de Chimie), par J. Garçon. VI 742
Oxydes. Points de fusion de quelques — réfractaires (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . IV 476

P

Paliers. Essais comparatifs de trois types de — (Notes de Mécanique), par A. Schubert . . . . . VI 767
Palier de butée système Michell (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . IV 541
Papiers. (Voir Résines).
Planimétrie. Compteur de puissance pour indicateurs (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 523
Plâtre. Sur la fabrication du — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . II 215
Poste. Nouveau truck électrique pour le transport de la — à New York (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . VI 761

Q

Quartz. La fabrication française du — pur transparent et ses applications. Les nouvelles lampes — à vapeur de mercure, par J. Gallois. . . . . II 205
— Le — fondu pur et transparent; ses applications à la chimie, à l'éclairage, à la stérilisation par les procédés Billon-Daguerre, par A. Billon-Daguerre . . . . . IV 449

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R

Radium. Les sources de — aux États-Unis (Notes de Chimie), par J. Garçon. IV 481

Réfrigération. Nouvelle méthode de refroidissement des moteurs à gaz (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 527

Résines. Utilisation des résidus d'arbres résineux (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . V 626

Résistance de l'air. Détermination expérimentale du travail de la ——— dans un volant (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 531

Rognage. Machine à coupe rapide à rogner le papier, le carton, le bois de placage, etc., système Krause (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . VI 759

Rouille. Procédés anti- — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . VI 732

Roumanie. Les industries de la — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . IV 472

S

Soupapes à commande électrique et leur emploi (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 533

Système Taylor. Le —— (Compte rendu de l'assemblée générale du 13 janvier 1914), par Ch. de Fréminville. . . II 252

— — — (Mémoire). . . . . III 280

— Le — —, par Henry Le Chatelier. III 302

T

Tannerie. Les eaux résiduaires de — et leur épuration (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . I 62

— Les écorces de chêne pour le tannage des cuirs (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . III 342

Teintures. Relation entre la composition chimique et la couleur des matières colorantes (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . V 628

Aspire-fil. « Le Puissant », — — pneumatique pour navettes de tissage, système Jules Caquelin (Rapport de James Dantzer) . . . . . III 265

Textiles. La chaleur et l'humidification dans le travail des —, de Henri Neu (Rapport de M. James Dantzer). VI 701

Thermomètre à réglage automatique de M. J. Ruelle (Rapport de M. Ch. Féry) . . . . . IV 405

Tissage (Voir Aspire-fil).

Tourbe. Utilisation de la — pour fixer l'azote (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . VI 738

Tours. Le rendement des outils de — (Notes de Mécanique), par Schubert . . . . . V 660

— vertical de 1,320 m. de la King Machine Tool Company (Notes de Mécanique), par A. Schubert . . . . V 674

Transmission. Détermination expérimentale du rendement des câbles de —, (Notes de Mécanique), par A. Schubert. . . . . IV 529

Trinitrotoluène. Sur le — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . III 346

Tubes de Pitot. Emploi des — — — pour mesurer la vitesse d'un courant gazeux (Notes de Mécanique), par A. Schubert . . . . . VI 764

Tungstène. Projectiles en — (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . II 220

Typographie. L'oxydation des métaux pour caractères typographiques (Notes de Chimie), par J. Garçon. IV 478

V

Vapeur. Détermination expérimentale de la transmission de chaleur de la — à l'eau de refroidissement (Notes de Mécanique), par A. Schubert. .VI 776

Varechs. (Voir Engrais).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ventilation. (Voir Ozone).

Vernis. Les -- et enduits à base d'acétate de cellulose. Communication de Clément et Rivière (Compte rendu de la séance publique du 8 mai 1914). VI 800

Vibrations. Système de bandes et plaques élastiques antivibrantes de M. Jolivet (Rapport de M. Auguste Moreau). IV 409

Vinasses. Une industrie nouvelle, l'utilisation rationnelle des —, procédé Effront. Communication de Camille Matignon (Compte rendu de la séance publique du 13 janvier 1914). . . III 384

— — — (Mémoire). . . . . IV 425

Vins. Oxalate dans les — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . III 349

Z

Zinc. Sur l'électrolyse des solutions de sels de — (Notes de Chimie), par J. Garçon . . . . . V 622

Zinc. (Voir Cuivre).

Zymases. Préparation de — pour conserves stérilisées (Notes de Chimie), par J. Garçon. . . . . I 65

L'Agent général, gérant,

E. Lemaire.

Paris. — Typ. Philippe Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 52545.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires